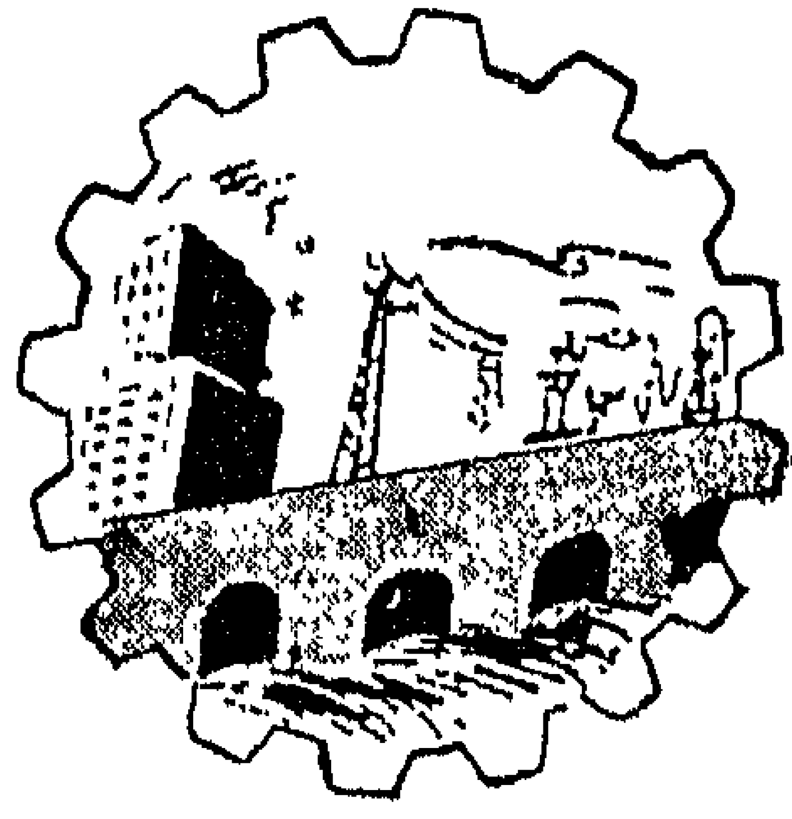


مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العدد الأول | المجلد التاسع | يناير - فبراير - مارس ١٩٧٠

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٢٩٨/١٩٧٠

مجلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور

جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة التاسعة | العدد الاول | يناير — فبراير — مارس ١٩٧٠

محتويات هذا العدد

القسم العربى

القسم الافرنجى

بيانات

مقر المجلة

جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون : ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم
- الاشتراك السنوى لغير الأعضاء : ٦٠ م للمهندس ، ٢٠٠ م للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين
- المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل اليها من بحوث وموضوعات هندسية وأى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر بها وتعبر عن رأى كاتبيها فقط .

لجنة التحرير

الدراسة النظرية عن :

المنشآت فى القطاعات المركبة من الاسبستوس والخرسانة

للدكتور المهندس أحمد كمال لبيب

مقـدمة :

حققت صناعة منتجات الأسبستوس فى الجمهورية العربية المتحدة تقدماً كبيراً وأصبحت المنتجات على درجة عالية من الكفاءة وأهمها الألواح المسطحة والمضلعة والمواسير .

وينتج حالياً مقاسات مختلفة من الألواح تصل إلى ٣,٠٠ متر طولا فى اتجاه الألياف و ١,٢٥٠ متر عرضاً عمودياً عليها و ٢٥ ملليمتر سمكا .

وتصل مقاسات المواسير إلى ٥,٠٠ متر طولا عمودياً على الألياف كما تصل أقطارها إلى ١,٠٠ متر فى اتجاه الألياف ويتحقق سمك تلك المواسير ميكانيكياً ويصل إلى ٥٠ ملليمتر ويتم تخليق مادة الأسبستوس وتكوينها فى الصناعة بتدريج منتظم يكفل تجانسها وكمالها .

وتضغط الألواح المسطحة وهى ما زالت خضراء لكى تتطبع وتتضلع على الصورة المطلوبة ، أو يجرى تشكيلها على قوالب مختلفة حتى تصبح مناسبة للاستعمال فى الأغراض المختلفة .

وتصنع حالياً منتجات مختلفة متباينة تغطى أغراضاً شتى مثل خزانات المياه والتركيبات الصحية ووحدات المظلات . لذلك فان تشكيل تلك الالواح بصورة مناسبة للتعاون مع الخراسانة فى الأغراض الإنشائية هو الهدف من هذه الدراسة .

وقد يكون تشكيل تلك الألواح عالى الـكلفة بسبب إجراءه بالطريق اليدوى إلا أنه من الممكن تذليل هذه العقبة إذا أمكن استحداث طريقة للانتاج بالجملة .

ـ وللأسبستوس بعض الصفات التى تشجع استعماله فى المنشآت كشريك للخراسانة فى قطاع مشترك إذ أنه سهل التشكيل وهوأخضر كما أن من السهل قطعه وثقبه بعد تصلبه وذلك علاوة على قدرته العالية لاحتمال الشد التى تتعدى قدرة الخرسانة الجيدة لاحتمال الضغط .

لذلك فانه من الممكن الاعتماد على الأسبستوس فى مقاومة الشد بالقطاعات المعرضة لعزوم إنحناء بينما تقوم الخرسانة فى القطاعات بمقاومة الضغط بها كما أن معاملى المرونة للأسبستوس والخرسانة متساويين تقريباً مما يكسب القطاع المركب انتظاماً وتجانساً فى الإجهادات فى كافة أرجائه بما فى ذلك الأجزاء التى تلتقى عندها المادتين المتعاونتين وكون الأسبستوس على خشونة فى أحد أوجهه يجعله مناسباً للالتصاق بالخرسانة . كما تسمح له نعومته فى وجهه الآخر بأن يحل محل البياض فى الأسطح الظاهرة .

وعند إنشاء البلاطات والـكمرات التقليدية من الخرسانة المسلحة يستهلك قدراً جوهرياً من الأخشاب المستعملة فى التطبيق بالألواح — بينما تتيح الطريقـة الجديدة الاستغناء التام عن تلك الألواح . وحتى فى الأعمدة إذا ما تم صب خراساناتها داخل مواسير دائرية أو صناديق مستطيلة المقاطع من الأسبستوس فانه لا تصبح هنـاك أى حاجة للألواح الخشبية اللازمة لصندقتها . ولا يستعمل عندئذ من الأخشاب إلا ما يلزم لإقامتها .

وأخيراً وليس آخراً فان الطريقة الجديدة تتيح التحلل من إشكال صدأ الحديد داخل الخرسانة كما تتيح استعمال أنواع إشكال الأسمنت التى لا يفضل استعمالها فى الخراسانة المسلحة التقليدية .

ولـكنه من الواجب اتخاذ الحيطة من كسر الألواح عند القيام بمناولتها أو نقلها .

وتتناول دراسـة الإنشاء بالقطاعات المركبة من الأسبستوس والخراسانة الجوانب الآتية :

١ — اقتراح وسيلة للانشاء بها باستعمال نماذج من قطاعات الأسبستوس سهلة الإنتاج والاستعمال .

٢ — اقتراح طريقة تصميم تلك القطاعات المركبة من الأسبستوس والخرسانة بالتطبيق لنظرية المرونة .

٣ — إجراء بعض التجارب لدراسة الصفات الطبيعية والميكانيكية لمادة للأسبستوس .

٤ — إجراء بعض التجارب لدراسة قدرات القطاعات المركبة من الأسبستوس والخراسانة .

٥ — تصميم وإنشاء مبنى تجريبى باستعمال القطاعات المركبة المقترحة .

٦ — إجراء تقييم فنى واقتصادى للطريقة الجديدة .

ويحوى هذا التقرير الجانبين الأول والثانى وسوف تحوى التقارير المقبلة دراسة الجوانب الأخرى .

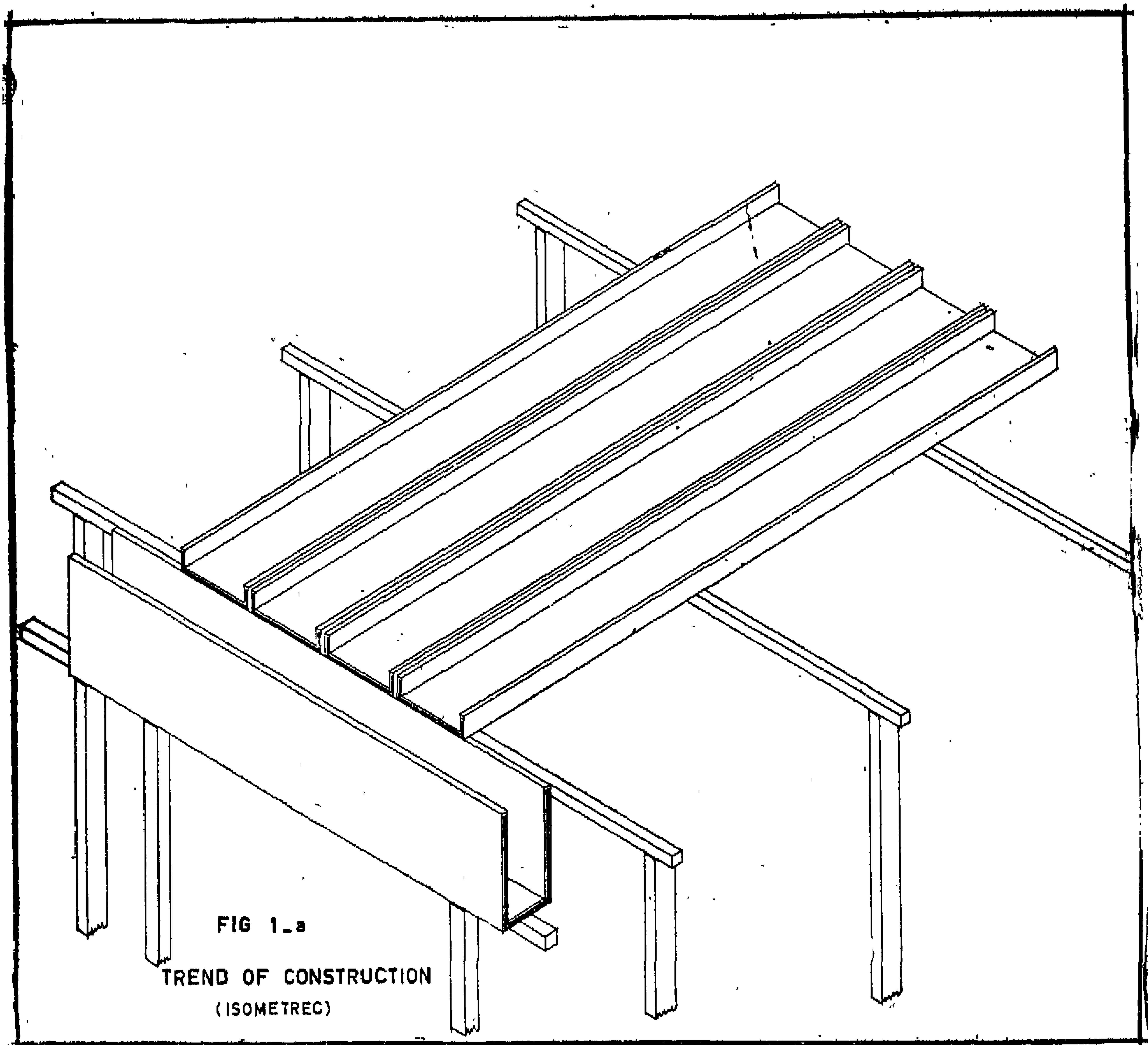
* * *

اقتراح وسيلة للإنشاء بالقطاعات المركبة باستعمال نماذج من قطاعات الأسبستوس سهلة الإنتاج والاستعمال

يمكن تخليق السقف باستعمال مجموعة من وحدات الأسبستوس ذات مقاطع بشكل مجرى توضع جنباً إلى جنب وبعد رصها أفقياً على عرقات الشدة تغطى بطبقة من الخراسانة العادية لتخليق التخانة الإجمالية المطلوبة (شكل ١) ، ويختار مقاس هذه الوحدات بحيث يكفى لوح الأسبستوس لإنتاج ثلاث وحدات منها إذا ما قسم اللوح طولياً وبطبيعة الحال لا يمكن إنتاج وحدات أطول من الألواح ذاتها — وإلى أن يتيسر إنتاج ألواح أطول لتغطية بحور أكبر فإن من الممكن وصل جزئين من هذه الوحدات أو أكثر للحصول على البحور المطلوبة.

وهذه الوصلات يمكن إجراؤها بوضع رباط فى كل وصلة عبارة عن بعض أسياخ الحديد القصيرة أو وحدة أخرى بنفس القطاع بعرض أقل وتكون ذات ثقبين فى قاعها (شكل ٢) .

ويمكن حساب أطوال هذه الأربطة بحيث تكفى لتحقيق الاستمرار عن طريق التماسك بين الخرسانة ووحدات


FIG 1_a
TREND OF CONSTRUCTION
(ISOMETREC)

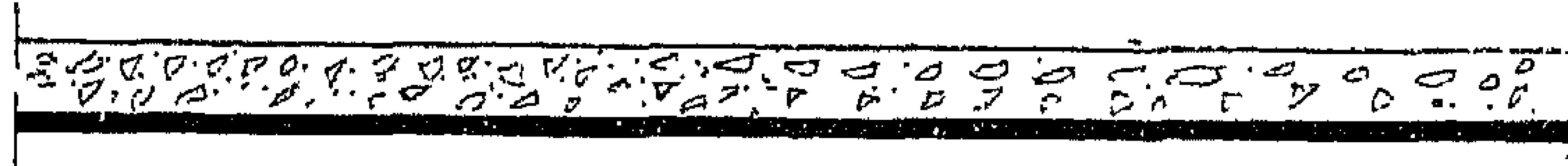
الأسبستوس ، إلا أن الاستقرار على الأطوال المناسبة سوف يكون نتيجة لبعض التجارب العملية .

وشكل المجرى يتيح عزم انحناء جوهرى يكفى لمقاومة الإنحناء فيما بين دعامات الشدة ويجب أن تزيد مقاومة إنحناء القطاعات عن انحناء التشغيل الناتج عن عملية صب الأسقف . ويمكن عمل الكمرات بنفس الوسيلة باستعمال وحدات مجارى أكبر من الأسبستوس . ويمكن اختيار مقاساتها بحيث يكفى لوح الأسبستوس لإنتاج وحدة أو أكثر من هذه الوحدات . وتستعمل أيضاً وصلات مشابهة لإيصال جزئين أو أكثر من هذه الوحدات .

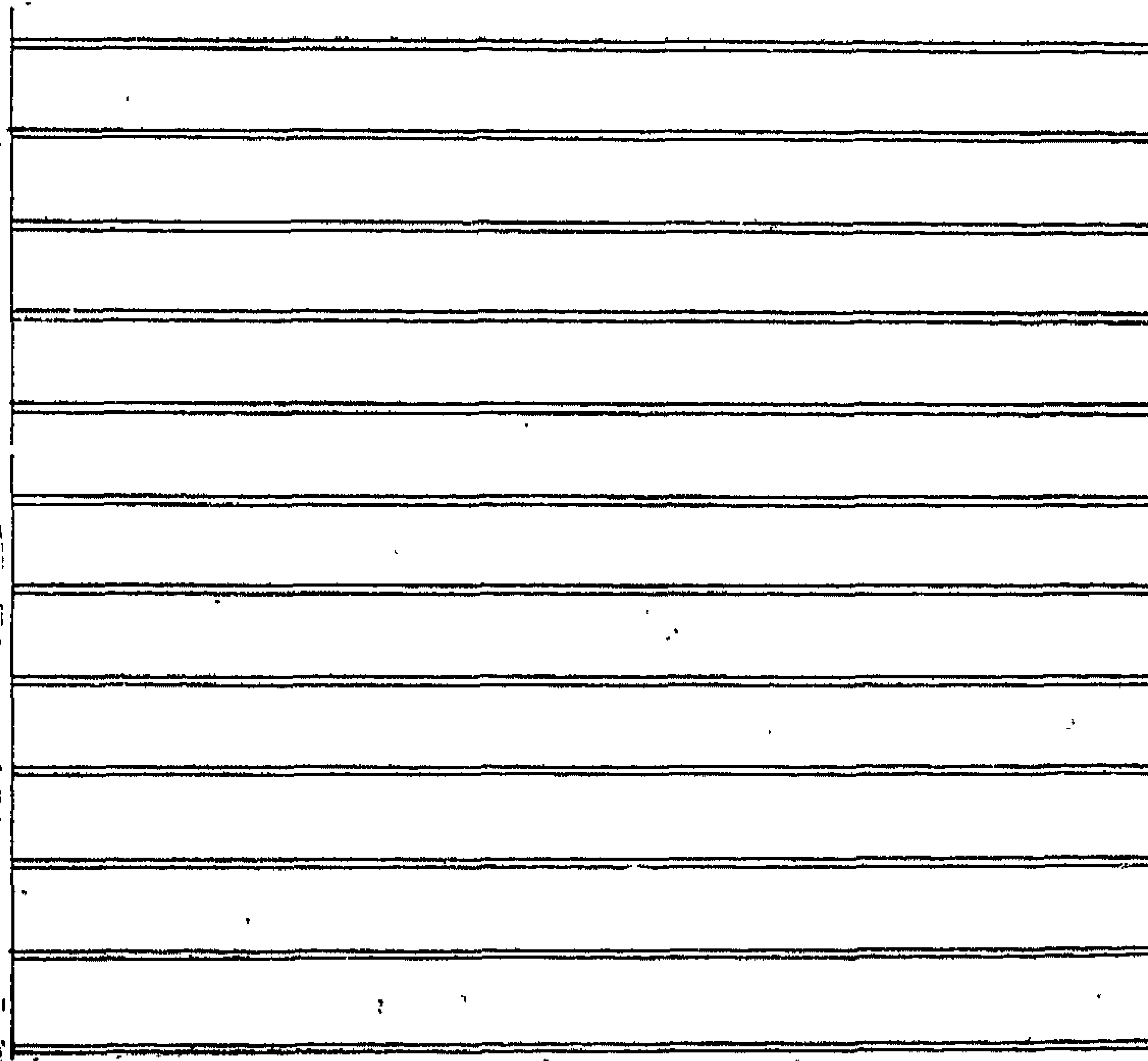
وقد اقترح فى المقدمة أن تعمل الأعمدة من مواسير ، أو صناديق مستطيلة القاطع من الأسبستوس تملأ بالخرسانة العادية . ويستحسن عمل قواعد بالطرق التقليدية سواء كانت مفردة أو مستمرة فى اتجاه أو فى الاتجاهين .

ويستحسن استعمال بعض حديد التسليح فى الوصلات بين الأعمدة والوحدات الأخرى كالأساسات والكمرات ، أو امتداد الأعمدة ذاتها وذلك للحصول على ترابط أفضل .

* * *



SEC. ELEVATION



PLAN

SEC. SIDE VIEW

FIG. 1-b. TREND OF CONSTRUCTION

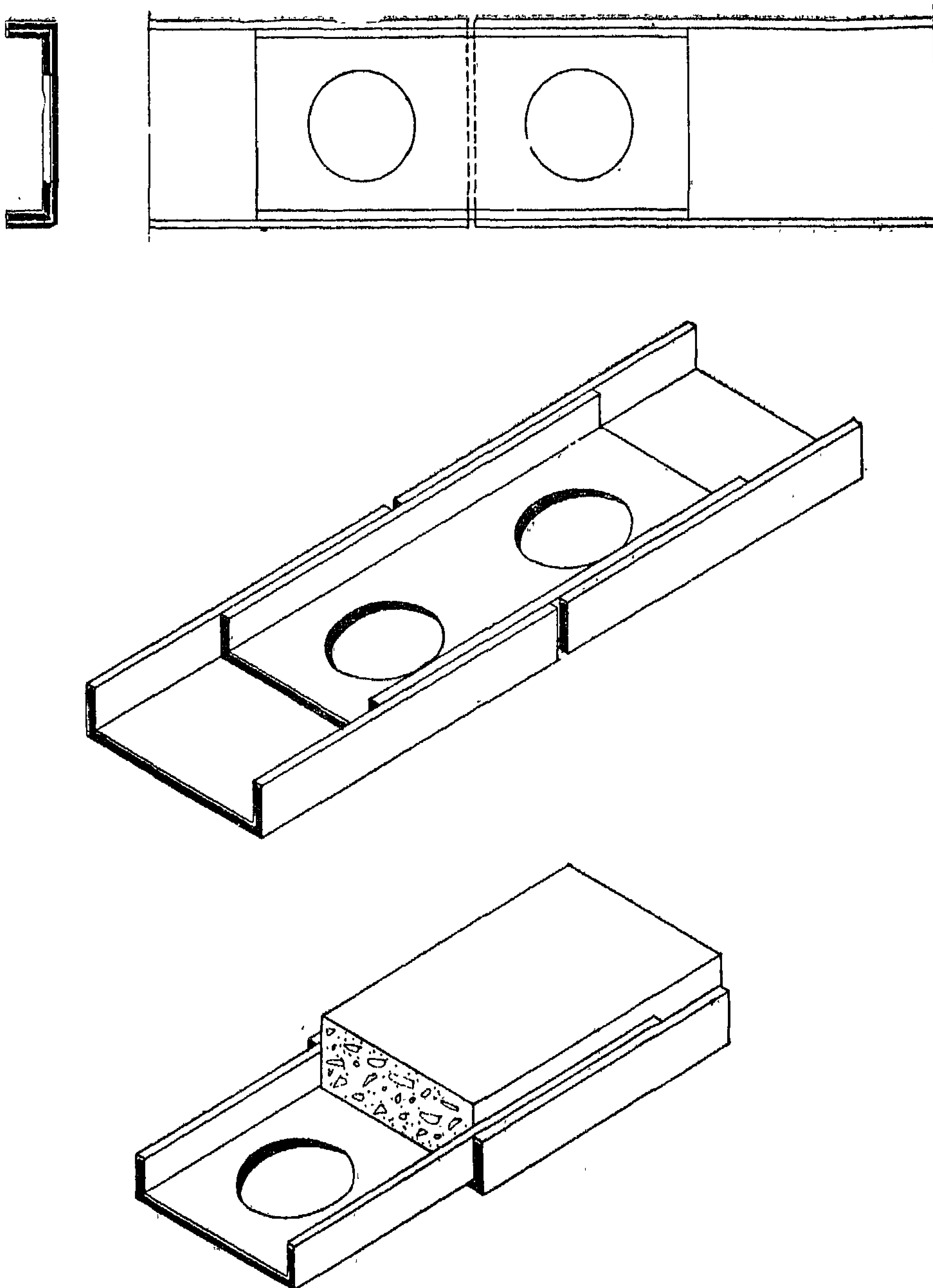


FIG. 2 SPLICES.

اقتراح طريقة لتصميم القطاعات المركبة من الأسبستوس والخرسانة المعرضة لعزم انحناء

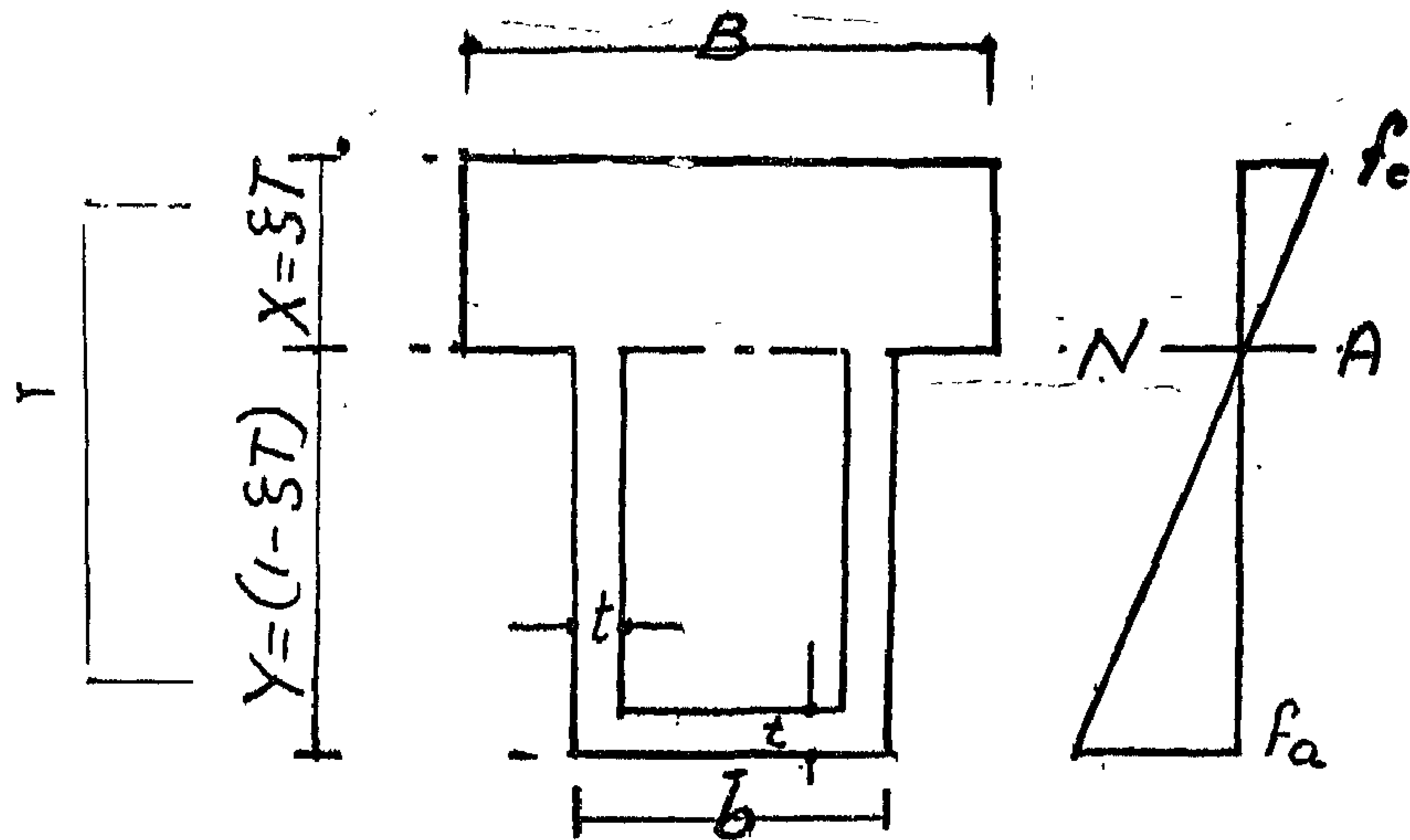
تبعاً للوسيلة المقترحة للانشاء فإن على وحدات الأسبستوس أن تتحمل الأحمال الحية والميتة أثناء عملية الصب وحتى يمكن التأكد من قدرتها أثناء تلك العملية فقد حسبت مقاومة الإنحناء للقطاعات المختارة فى الملحق رقم ١ .

ـ ويمكن اعتبار القطاعات المركبة كقطاعات الخرسانة المسلحة التقليدية إلا أن حديد التسليح فى قطاعات الخرسانة المسلحة يبعد نفس البعد عن محور الخمول ولذلك فانه ينظر إليه كما لو كان مجمعاً فى مركز ثقله ومعرضاً لنفس الإجهادات فى كامل قطاعه .

ـ بينما يختلف الأمر فى التسليح بالأسبستوس حيث أن جوانب قطاعه تتفاوت أبعادها عن محور الخمول مما يجعل من الصعب اعتباره مجمعاً فى مركز ثقله أو أنه معرضاً لنفس الإجهادات فى كافة أرجائه .

وبسبب هذا الخلاف فانه ليس ميسوراً أن تطبق معادلات التصميم التقليدية للخرسانة المسلحة فى حالة القطاعات المركبة .

ويقترح فى هذه الدراسة تصميم تلك القطاعات باعتبارها قطاعات افتراضية متجانسة وذلك باستبعاد مساحة الخرسانة التى تقع فى منطقة الشد واعتبار المساحات الأخرى سواء كانت خرسانة أو اسبستوس بنفس الدرجة .



مجموع عزوم المساحات الافتراضية حول محور الخمول = صفر

$$\therefore \quad \frac{B\,\xi^2\,T^2}{2} = 2\,t\,\frac{(1-\xi)^2\,T^2}{2} + t\,b\,(1-\xi)\,T$$

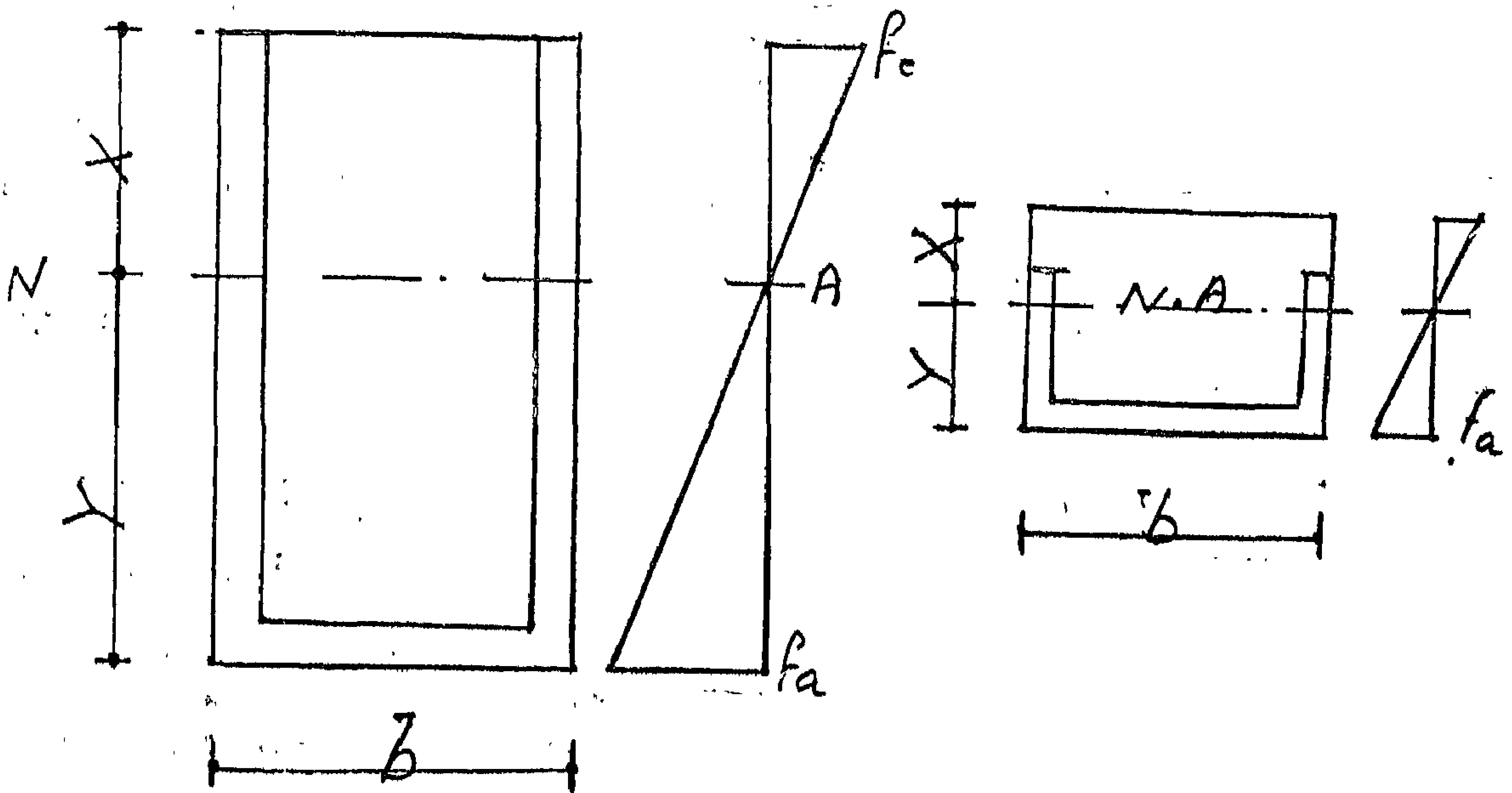
$$\therefore \quad \left(\frac{B\,T}{2} - t\,T\right)\xi^2 + (2\,t\,T + t\,b)\,\xi - (t\,b + t\,T) = 0$$

$$\therefore \quad \xi = \frac{\sqrt{2\,t\,b\,B\,T + 2\,t\,B\,T^2 + t^2 b^2} - (2\,t\,T + t\,b)}{B\,T - 2\,t\,T}$$

وفى حالة القطاعات المستطيلة $B = b$ لـذلك

$$\xi = \frac{\sqrt{2\,t\,b^2 T + 2\,t\,B\,T^2 + t^2 b^2} - (2\,t\,T + t\,b)}{B\,T - 2\,t\,T}$$

تصميم القطاعات المركبة المستطيلة المعرضة لعزم انحناء



وبعد تحديد وضع محور الخمول فإنه بتطبيق المعادلة رقم ٢ فإن عزم القصور الذاتى للقطاع الافتراضى يمكن حسابه كالآتى :

$$I = \frac{b\,(X^3 + Y^3) - (b - 2\,t)\,(Y - t)^3}{3} \qquad (3)$$

وعليه فإن مقاومة إنحناء القطاع M يمكن حسابها كالآتى :

$$M = \frac{I\ f_c}{X} \quad \text{or} \quad \frac{I\ f_a}{Y}$$

(أيهما أقل)

ـ وبتطبيق المعادلات ٢ و ٣ و ٤ فإن قيم M , I , ٤ للقطاعات المركبة لقيم T , t المختلفة قد تم حسابها فى الجدولين بالملحقين رقم ٢ ورقم ٣ .

ويخص الجدول ٢ القطاعات المناسبة للبلاطات بينما يخص الجدول ٣ القطاعات المناسبة للكمرات .

وربما نجد أكثر من قطاع تغطى مقاومة انحناءه عزم الإنحناء المعلوم . لذلك فانه لاختبار القطاع الأنسب يجب أن يوضع فى الاعتبار التكاليف النسبية للاسبستوس والخرسانة .

اقتراح طريقة تصميم القطاعات المركبة المعرضة لقوة ضغط محورية :

١ ـــ بالتطبيق لنظرية المرونة :

إن عامود الخرسانة العادية الصبوبة داخل ماسورة يشابه ذلك ذى التسليح الحلزونى ، ونتيجة لقوة الضغط المحورية تتعرض الخرسانة إلى انفعالات ضغط طولية تؤدى إلى انفعالات شد جانبية تقاومها الماسورة الحاكمة .

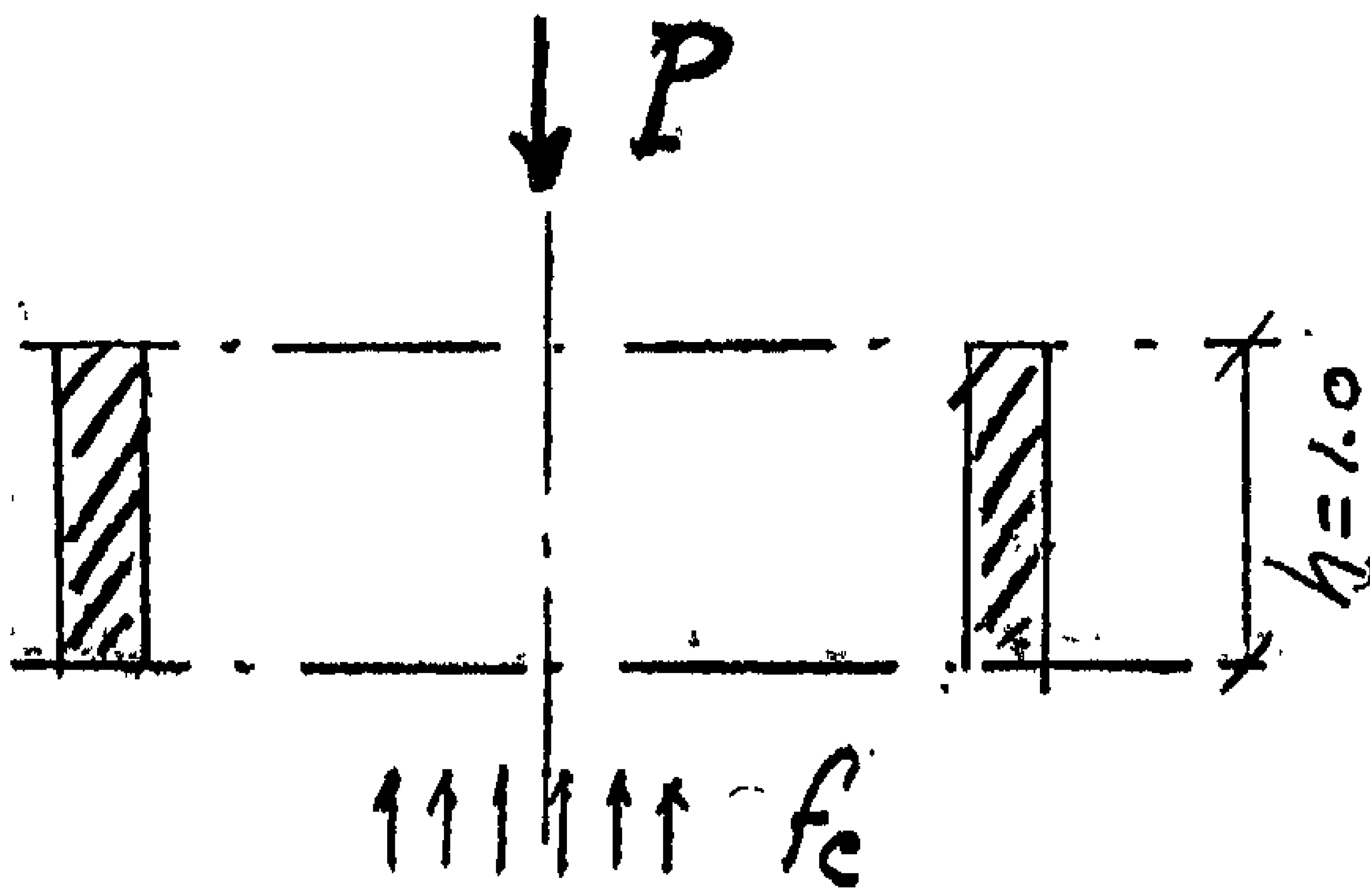
وتضيف تلك المقاومة جزءاً جوهرياً P لقدرة العامود الأصلية للتحمل P_o لـكى تصبح القدرة الإجمالية :

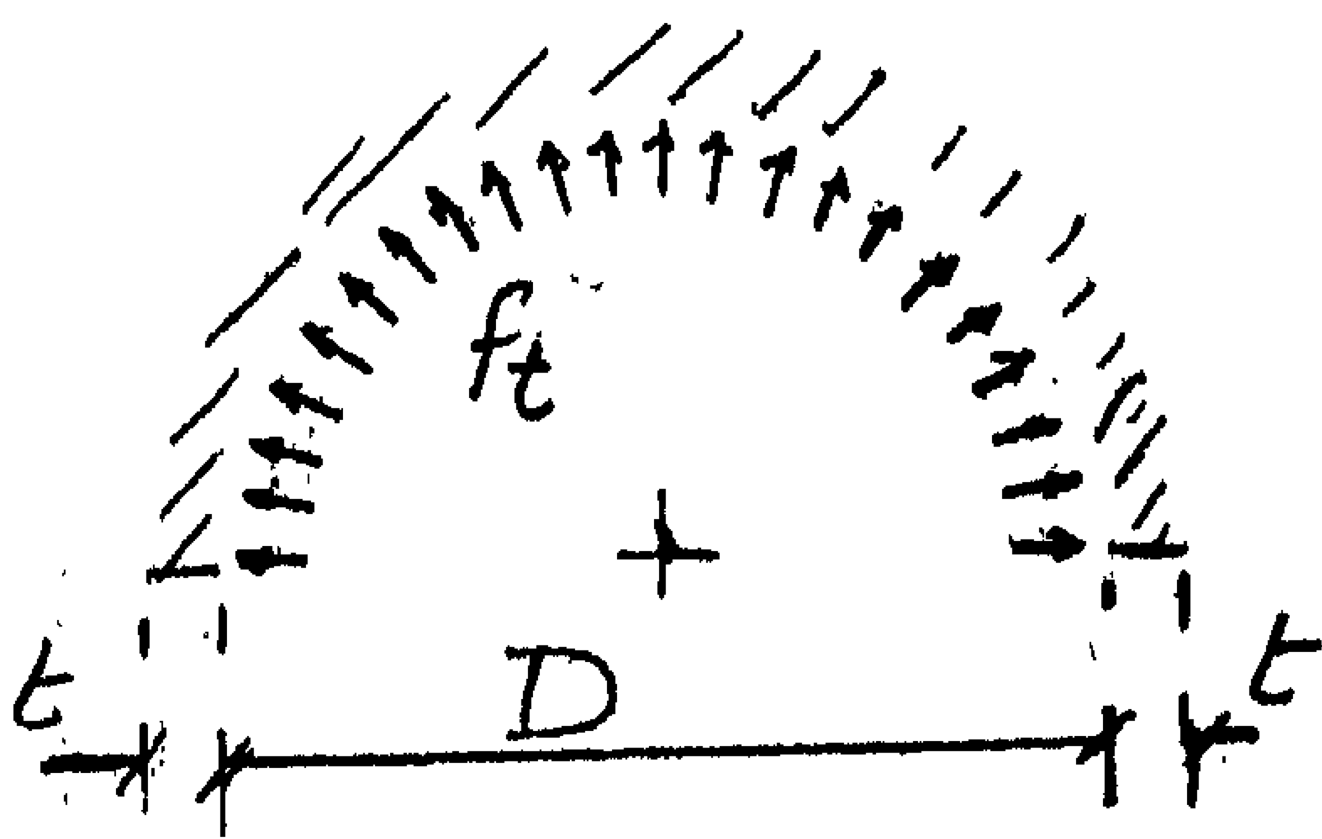
$$P_T = P_o + P \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

$$P_o = f_{co}\,(A_c + n\,A_a) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\therefore\ P_o = f_{co}\,(A_c + A_a) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

حيث أن المعامل n يساوى واحد ويمكن تقدير قيمة P إذا نظرنا إلى جزء من عامود بارتفاع يساوى وحدة أطوال معرض إلى قوة ضغط محورية قيمتها P .



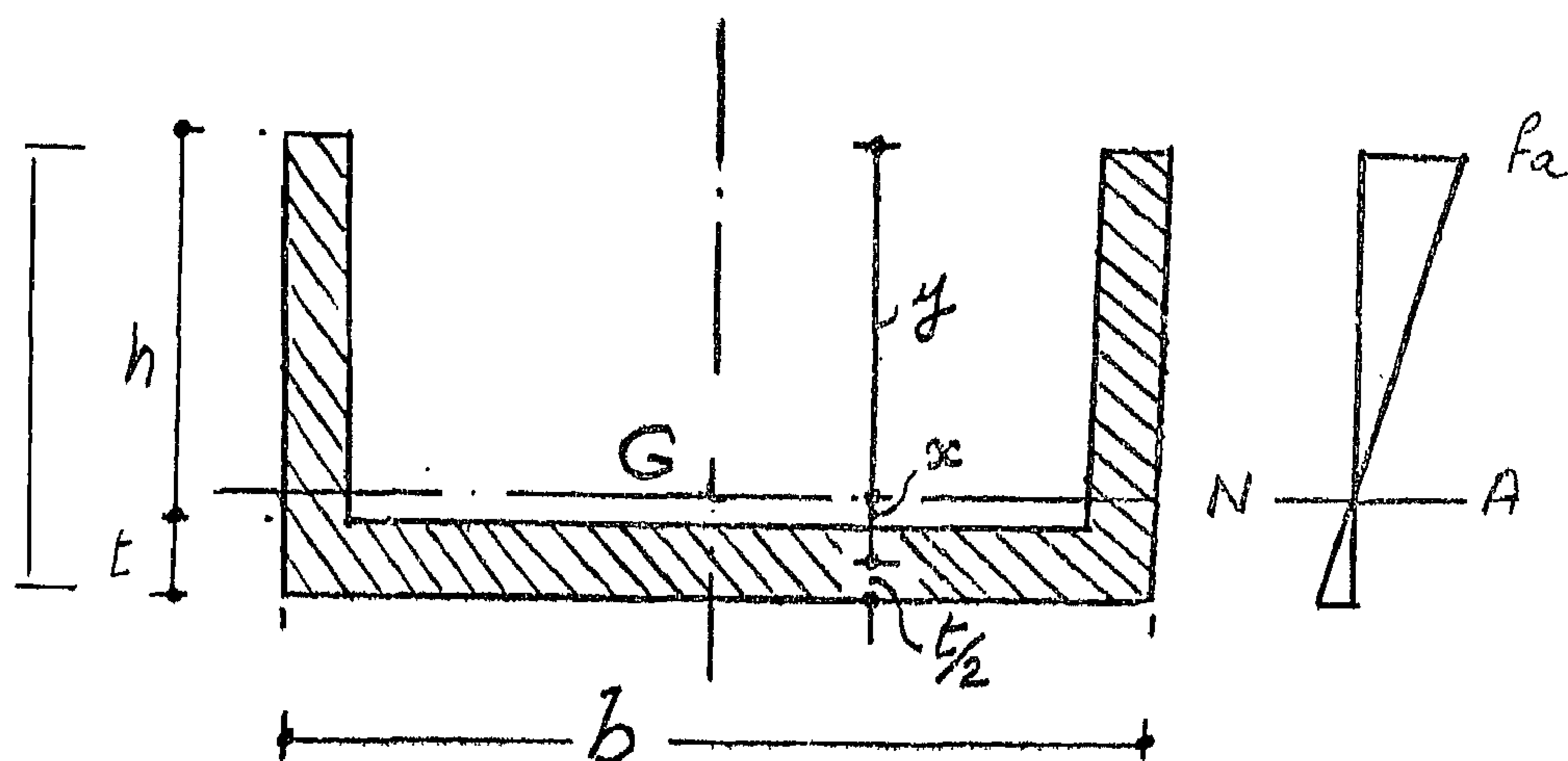


لنفرض أن f_c هى جهد الضغط فى الخرسانة نتيجة للقوة P

f_t هى جهد الشد فى الخرسانة نتيجة للقوة P

Appendix I

Geometrical Properties and Moment of Resistance Of Asbestos Channels



$f_a \cong 90\ kg/cm^2$

$$X = \frac{h\,(h + t)}{2h + b}$$

$$I_G = \frac{t}{12}\left[bt^2 + 2h^3 + \frac{6bh\,(h + t)^2}{2h + b}\right]$$

Section			X	Y	I_G	Z	M
b	h	t	cm	cm	cm^4	cm^3	kg.m.
28	7	0.6	1.10	5.60	91.3	16.3	14.7
28	7	0.7	1.09	5.56	104.5	18.8	16.9
28	7	0.8	1.07	5.53	117.2	21.2	19.1
28	7	0.9	1.06	5.49	129.4	23.6	21.2
28	7	1.0	1.05	5.45	141.2	25.9	23.3

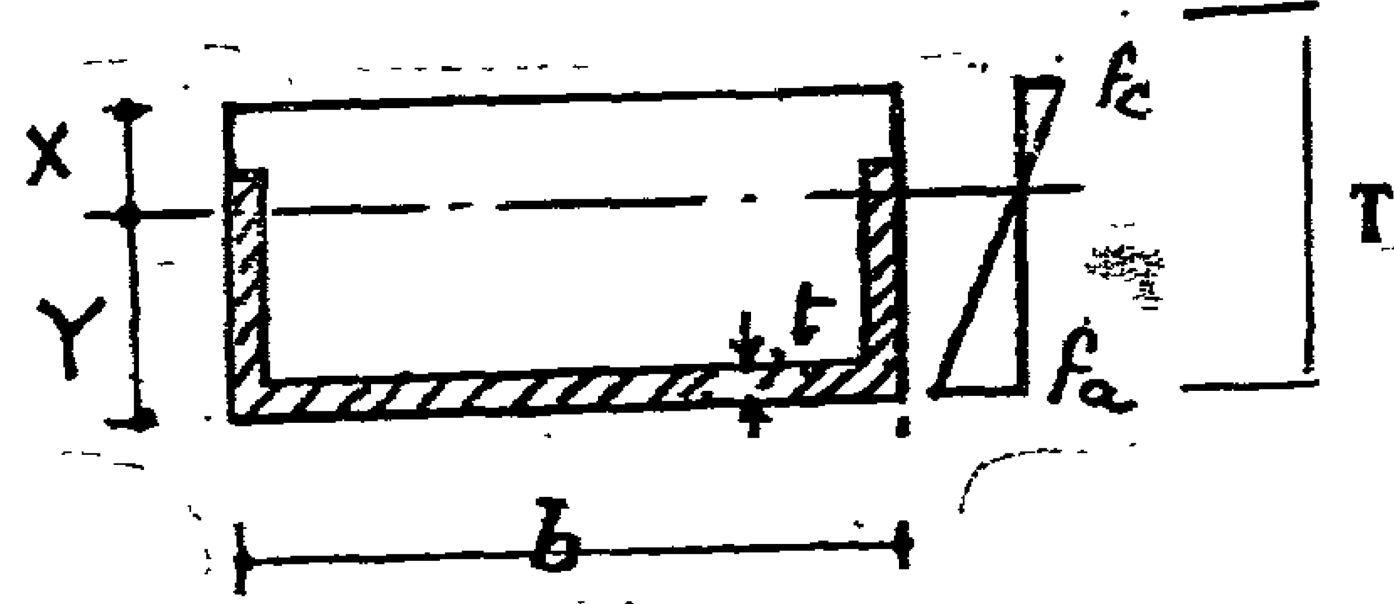
Appendix 2

Geometrical Properties and Moment of Resistance of Composite Sections for Slabs

t	b	T		X	Y	I	I/Y	M
0.6	28	10	0.519	3.2	6.8	1110	163	147
		11	0.309	3.4	7.6	1400	184	166
		12	0.301	3.6	8.4	1730	206	185
		13	0.294	3.8	9.2	2100	228	205
0.8	28	10	0.356	3.6	6.4	1340	209	188
		11	0.346	3.8	7.2	1690	235	212
		12	0.337	4.0	8.0	2090	262	236
		13	0.329	4.3	8.7	2550	293	264
1.0	28	10	0.386	3.9	6.1	1520	250	225
		11	0.376	4.1	6.9	1930	280	252
		12	0.366	4.4	7.6	2400	316	284
		13	0.358	4.7	8.3	2930	353	318

Moment of Resistance (Kg. m.)

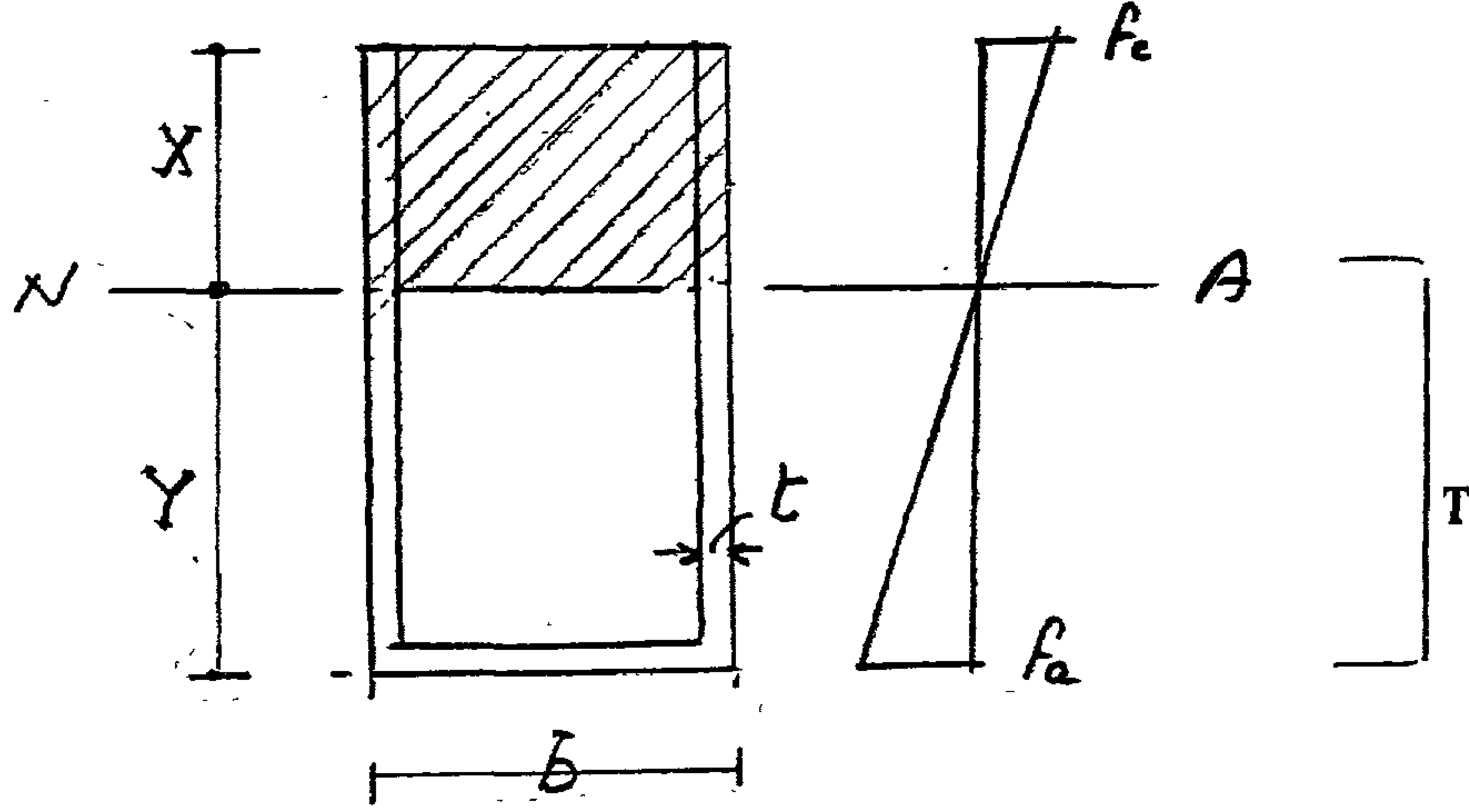
t \ T	10	11	12	13
0.6	147	166	185	205
0.8	188	212	236	264
1.0	225	252	284	318



Appendix 3

Geometrical Properties and Moment of Resistance of Composite Sections for Beams

t cm	b cm	T cm	ξ	X cm	Y cm	I cm^4	$\frac{I}{Y}$ cm^3	M t.m.
1.0	15	50	0.304	15.2	34.8	61x10^3	1750	1.58
1.5	15	50	0.350	16.7	33.3	79 "	2381	2.14
1.0	15	55	0.301	16.6	38.4	79 "	2070	1.86
1.5	15	55	0.347	19.1	35.9	103 "	2881	2.59
1.0	15	60	0.298	17.9	42.1	101 "	2400	2.16
1.5	15	60	0.343	20.6	39.4	132 "	3344	3.01
1.0	15	65	0.296	19.2	45.8	126 "	2750	2.48
1.5	15	65	0.343	22.3	42.7	165 "	3864	3.48
1.0	20	50	0.283	14.1	35.9	72 "	2010	1.81
1.5	20	50	0.329	16.5	33.5	97 "	2885	2.60
1.0	28	50	0.262	13.1	36.9	89 "	2410	2.17
1.5	28	50	0.306	15.3	4477	116 "	3333	3.00
1.0	28	55	0.258	14.2	40.8	114 "	2800	2.52
1.5	28	55	0.301	16.6	38.4	152 "	3971	3.57
1.0	28	60	0.254	15.2	44.8	144 "	3210	2.89
1.5	28	60	0.297	17.8	42.2	192 "	4555	4.10



f_a = 90 kg/cm^2

f_a هى جهد الشد على محيط ماسورة الأسبستوس نتيجة للقوة P

$\frac{1}{m}$ هى نسبة بواسون

$$\therefore \; 2tf_a = Df_c = \frac{Df_a}{m}$$

$$\therefore \; f_c = \frac{2mtf_a}{D} = \frac{2mtf_a \, \pi D}{\pi D^2}$$

ولكن

$$\frac{\pi D^2}{4} = A_c \;\&\; t\pi D = A_a$$

$$\therefore \; f_c A_c = \frac{m}{2} A_a f_a = P \; \dots\dots\dots\dots \; (7)$$

$$\therefore \; P_T = f_{co}(A_c + A_a) + \frac{m}{2} f_a A_a \; \dots\dots \; (8)$$

(ب) بالتطبيق لنظرية الليونة

حيث أن m , n تصبحان بلا مدلول بالتطبيق لنظرية الليونة لذلك فإن المعادلة ٨ تول إلى :

$$P_T = f_{co}A_c + f_aA_a + K\, f_aA_a$$

$$\therefore \; P_T = A_c f_{co} + \alpha\, f_aA_a \; \dots\dots\dots\dots \; (9)$$

وسوف يكون تحديد قيمة α نتيجة لإجراء بعض التجارب العملية .

* * *

ملخص الموضوعات بالقسم الافرنكي

دراسات المياه الجوفية
فى الجمهورية العربية المتحدة وليبيا

للدكتور المهندس اسماعيل بسيونى هزاع
والدكتور المهندس محمد صبرى يوسف
والسيد عبد الفتاح محمد اسكانجى

يتناول البحث دراسة مبدئية للطبقات الرئيسية فى الجمهورية العربية المتحدة وليبيا من النواحى الجيولوجية كما يشمل دراسات تحليلية كيميائية للمياه الجوفية المأخوذة من موارد مختلفة وخصائصها الكيميائية ، وتوزيع العناصر الرئيسية والعناصر الموجودة بكميات ضئيلة .

وقد أعدت خرائط صنفية على نطاق إقليمى فى هذا الجزء من الصحراء ، واستدل من هذه الخرائط على وجود ثلاثة موارد للمياه العذبة ، ومورد للمياه المالحة . وتشمل موارد المياه العذبة الحوضين الأرتوازيين فى فزان ، والصحراء الغربية فى ج . ع . م والساحل الشمالى على البحر الأبيض المتوسط ، أما المواد المالح فيوجد خليج « سرت » وامتداد فى الجنوب الشرقى ، نتيجة لتسرب مياه البحر الأبيض المتوسط فيها .

وشملت الدراسات التى أجريت على عينات المياه تحاليل وزنية وحجمية وضوءلهبية ولونية وضوءطيفية ، كما استخدمت طرق التنشيط الإشعاعى بالإضافة إلى التوصيل النوعى وجملة المواد الذائبة ومحتوى المياه من الكلوريدات والبيكربونات والكبريتات والكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والاسترانشيوم والربيديوم والمنجنيز والفوسفور والحديد والنحاس والبورون واليود .

وفسرت النتائج التى تم الحصول عليها بطرق مختلفة مثل التمثيل البيانى بطريقة البصمة والطرق الإحصائية واستعمال جداول التوزيع التكرارى والمتوسطات وخرائط نوعية المياه ، ووجد أن المقدار الإجمالى للمواد الذائبة فى معظم المياه الجوفية تتراوح بين ١٠٠ ، ٥٠٠ جزء فى المليون فى مياه ج . ع . م ، وبين ٢٥٠ ، ٢٥٠٠ جزء فى المليون فى مياه ليبيا فيما عدا حالة واحدة ، كما يتضح أن المياه الجوفية فى ج . ع . م تحتوى عادة على مقادير أقل من المركبات الرئيسية عما تحتويه مياه ليبيا ؛ كما أن نسبة تركيز الحديد والمنجنيز ومروبيديوم فى مياه ج . ع م أعلى مما فى مياه ليبيا الجوفية ومرد ذلك على الأرجح يرجع إلى المقادير الكبيرة من خام الحديد الموجود فى الواحات البحرية فى ج . ع . م .

دراسة القطاعات المركبة سابقة الإجهاد

للدكتور المهندس السيد البدوى عبد المجيد

إن نظرية الخرسانة سابقة الإجهاد قد حلت مشكلة إهمال الجزء من القطاع الذى لا يتحمل الشد . وقد أصبحت هذه الطريقة من أهم الطرق فى التطبيقات الهندسية فى الخرسانة المسلحة . أما فى القطاعات الحديدية فلا وجود لهذه المشكلة حيث أن المادة تتحمل إجهادات الضغط والشد بقدر متساو ولذلك لا محل من استخدام نظرية سبق الإجهاد فى الكمرات الحديدية .

ولكن فى بعض المنشآت الحديدية وبخاصة الكبارى حيث تصمم الكمرات العرضية على أساس أنه قطاع مركب (الجزء العلوى من القطاع يمثل البلاطة الخرسانية وهى أرضية الكوبرى أما الجزء السفلى فهو باقى القطاع من الحديد) . ويكون موضع محور التعادل فى هذه الحالة فى الجزء العلوى من القطاع (الجزء الخرسانى) . ولذلك فعند حساب الإجهادات على أساس أن القطاع وحدة واحدة ونعطى للخرسانة الإجهاد المسموح به نجد أن الإجهاد فى الحديد يتعدى بكثير حد المرونة .

ولحل هذه المشكلة يلجأ الكثير من المهندسين بزيادة مساحة الحديد فى الجزء السفلى من القطاع ، وهذا الحل غير علمى وغير اقتصادى ، ويلجأ البعض الآخر إلى افتراض فصل جزء الخرسانة عن جزء الحديد من القطاع وبذلك يهمل ويتناسى حقيقة القطاع المركب .

فى هذا المقال شرح لطريقة جديدة فى تصميم القطاعات المركبة باستخدام نظرية سبق الإجهاد . وقد قام كاتب هذا المقال بتصميم قطاع للكمرات العرضية لأحد الكبارى المزمع إنشاؤه فى إيران ووجد أن هذه الطريقة توفر فى مساحة قطاع الحديد بمقدار ٥٥٪ . هذا بخلاف التأثير الكبير الذى ينشأ من تقليل الحمل المميت على الكوبرى الذى يحل بدوره كثير من المشاكل حول هذا الموضوع . أما تكاليف الإنشاء بالتصميم الجديد فقد وصلت إلى ٨٥٪ من التكاليف إذا صممت بالطريقة العادية .

وقد تولت شركة فوست بالنمسا فى عمل بعض التجارب للوصول إلى الأطوال المثالية للتصميم بهذه الطريقة من حيث التكاليف وطريقة التنفيذ .

حالة عدم استقرار شفة الانضغاط
فى كمرات رفيعة الجدران مصنعة على شكل I
تحت تأثير الانحناء الخالص

للدكتور المهندس فاروق عثمان فهمى شهوان

استخدمت فى هذا البحث فكرة « معامل تثبيت الحافة » فى دراسة حالة عدم استقرار شفة الانضغاط فى كمرات رفيعة الجدران مصنعة على شكل I تحت تأثير الانحناء الخالص . وتصنع هذه الكمرات من كمرات على شكل مجرى بالحامها ظهراً لظهر بطريقة اللحام النقطى .

وقد درست حالة كمرة على شكل مجرى (إحدى مكونات الكمرة على شكل I) ومن هذه الدراسة يمكن استنتاج نتائج مماثلة للكمرات على شكل I . وتوصل البحث إلى إيجاد علاقة رياضية بسيطة يمكن بها تحديد إجهاد الانضغاط فى شفة الانضغاط الذى تحدث عندها حالة عدم الاستقرار فى شفة الانضغاط تحت تأثير الانحناء الخالص . ويمكن بعد ذلك حساب قيمة الانحناء الخالص الذى يحدث هذه الحالة بتطبيق نظرية الانحناء البسيط .

نصف قرن .. على إنشاء
جمعية المهندسين المصرية

زميلى المهندس :

بهذا العدد تكون جمعية المهندسين .. قد قطعت من عمرها نصف قرن من الزمان . قطعته بنشاط كبير .. واستطاعت أن تجمع ٣٠ ألف مهندس .. هم أسرتها الآن .. بعد أن كانت قديماً .. بلا دار تضمهم .

ومنذ خمسين سنة ، اجتمع بعض الزملاء المهندسين، وفى نفوسهم رغبة إنشاء جمعية .. يعترف بها رسمياً .. فتمثلهم وتعمل على نشر بحوثهم . . وتقوم بتزويدهم بالمعلومات الفنية . وتكون وسيلة اتصال . . بما تنتجه قرائح الباحثين .. من مبتكرات ومستحدثات .. لا غنى عنها لكل هيئة علمية .. تبغى مسايرة أحداث التطور .

وبدأت الخطوة الحقيقية عام ١٩١٩ ، عندما اتفق بعض الزملاء على تكوين لجنة مؤقتة .. قامت باستطلاع آراء المهندسين المصريين ، لتأنس بها فى المشروع الجديد ، وكان الغرض ، كما فكروا فيه جميعاً ، هو ميدان الخدمة الثقافية . فلا يمكن أن تنعزل العقول المفكرة ، عن التطور العلمى الذى يأخذ مساره سريعاً ، وقوياً ، فى العالم .. كان لا بد إذن للمهندس المصرى أن يكون على اتصال بزملائه فى العالم أجمع ، عن طريق وسيلة علمية صادقة ، ولم تكن هذه الوسيلة .. سوى جمعية المهندسين .

أول جلسة

وتحقق الأمل . وعقدت أول جلسة لجمعية المهندسين المصريه يوم ٣ ديسمبر ١٩٢٠ ، وفى هذه الجلسة ، وقع الحاضرون — وهم جماعة المؤسسين — تعهداً ، سيظل فى تاريخ الجمعية دليلا قوياً على صدق العزيمة ، وكانت أول خطوة لجماعة المؤسسين الحصول على اعتراف الحكومة بها . وفعلا صدر فى ١٢ ديسمبر ١٩٢٢ مرسوم باعتماد القانون الذى ينظم الجمعية . وينص القانون على :

- مباشرة البحوث الهندسية العلمية والعملية .. وتشجيعها ونشرها .
- توطيد العملات وتوثيق التعاون العلمى بين المهندسين بالدولة ..
- وبينهم وبين زملائهم فى البلاد العربية ، وفى الخارج .
- تنظيم المحاضرات والمناقشات فى مختلف الفنون الهندسية .
- إصدار مجلة للمهندسين .
- نشر المحاضرات والمؤلفات والرسائل الفنية .
- تشجيع التأليف والأبحاث فى مختلف فروع الهندسة .
- تنظيم وإعانة الرحلات والأسفار .. لدراسة وبحث الموضوعات والمشروعات الهندسية .
- عقد المؤتمرات الهندسية فى مصر ، والاشتراك فيما يعقد منها فى الخارج .

* الإتصال بالجمعيات والهيئات الهندسية الأجنبية بغرض التعاون العلمى ، وتبادل البحوث.. ويجوز لها أن تضم إليها شعباً أهلية للمنظمات الهندسية الدولية .
* دراسة القوانين واللوائح الخاصة بالأعمال والإنشاءات الهندسية . ومسئولية المهندس وإبداء الرأى .
* إنشاء مكتبة تحوى الكتب والمجلات الهندسية القيمة .
* إنشاء ناد للأعضاء بدار الجمعية .

هكذا . . بدأ انطلاق جمعية المهندسين المصرية . . منذ ٥٠ عاماً . ولقد بدأت عند التأسيس بأربعين عضواً ، زادوا إلى مائة عضو ، بعد إعتراف الحكومة بها . ثم تزايد العدد . . وأصبح دور الجمعية لا يتعلق بأعضائها فقط ، وإنما أصبحت مهمة الجمعية ، هى مهمة المؤسسة العلمية الهندسية فى المجتمع الإشتراكى . . التى تقوم بخدمة مجتمعها بعد أن زاد عدد أفراده على ٣٠ ألف مهندس .

الدار

ومنذ البداية ، كان إيجاد مقر دائم للجمعية ، يشكل ضرورة بالنسبة لها ، وكانت الإجتماعات تعقد فى أماكن متفرقة بالقاهرة . . وحسب الظروف ، ومثلا . . كانت تعقد الإجتماعات فى دار الجامعة المصرية . أو فى المعهد العلمى المصرى ، أو فى قاعة الجمعية الجغرافية أو كلية الطب . وأحست الجمعية بحاجتها الشديدة إلى إيجاد بناء خاص تضمها . فسعت لدى الحكومة ، حتى خصصت لها قطعة أرض .. هى الكائنة حاليا بشارع رمسيس . . وذلك نظير إيجار إسمى . وسارت الجمعية من يومها . . حتى تم إنشاء المبنى الحالى . . وأصبح لها مقر ، يضفى على وجودها وأعمالها شخصية خاصة وطابعاً خاصاً .. ساعد على استقرارها ، ومقاومة كل ما يمكن أن يطرأ عليها من عوامل . كان من الممكن أن تؤثر عليها . وعلى وجودها ذاته .

وكان هذا الإستقرار ــ دافعاً ــ لإيجاد نشاط هندسى علمى واضح . . فتكونت فى الجمعية هذه الشعب ، خصوصاً .. بعد أن سارت فى ركب الثورة العلمية والتكنولوجية .

* شعبة الهندسة الميكانيكية .
* الهندسة الكهربائية .
* التعدين والبترول والكيمياء الصناعية .
* هندسة الإنتاج والصناعة .
* التخطيط العمرانى .
* هندسة الراديو والإلكترونات .
* الطيران والفضاء .
* الهندسة الإنشائية .
* الطـــرق .

ويحتمل . . بجوار هذه الشعب المتعددة التى تضمها الجمعية إيجاد شعب جديدة ، وفقاً لما يقتضيه الإنطلاق العلمى والتكنولوجى .

إن وجود جمعية المهندسين المصرية ، كان ضرورة منذ البداية ، لإيجاد مجتمع علمى . . يساير ركب التطور العالمى . . فى شتى مجالاته الهندسية والعلمية ، خصوصاً ونحن نعيش فى عصر العلوم . . والتكنولوجيا » . . وبهذا . . تكون . . جمعية المهندسين المصرية . . قد أتمت خمسين عاماً من عمرها . . منذ بدأت الأفكار الأولى فى خيال الرواد المؤسسين . . عام ١٩٢٠ . . وتستقبل مع السبعينات . . عمرها الواحد والخمسين .

جمعية المهندسين المصرية

هل تعلم !!
أن

* جمعية المهندسين المصرية احتفلت بعيدها الخمسينى ، ومرور نصف قرن على إنشائها !

* جارى بناء مكتبة وصالة اجتماعات على أحدث النظم لتليق بالمؤتمرات العلمية الدولية والعالمية !
* جارى إعداد دراسات تكميلية للأعضاء .. فى كل ما هو جديد فى الهندسية !
* تجرى الآن دراسة لمنح درجة الزمالة لأعضاء الجمعية الذين تتوافر فيهم شروطها !
* فى خطة الجمعية عمل رحلات علمية خارج البلاد لزيارة المنشآت الهندسية ومشاهدة كل ما هو جديد فى الهندسة .. فى البلاد المتقدمة .

* تضم الجمعية حالياً ١١ شعبة .. وجارى إعادة تقسيم هذه الشعب وفقاً لمختلف التخصصات العلمية !
* الشروط الواجبة توافرها فى العضو هى : الحصول على بكالوريوس كليات الهندسية المصرية أو المعاهد الهندسية المعادلة لها فى الخارج . . المعترف بها من مجلس إدارة الجمعية . أو دبلوم مدرسة الهندسية بالجيزة « المهندسخانة » !

* أن العضوية تشمل ثلاثة فئات : عضو . عضو منتسب .. منتسب !
* يدفع العضو ثلاثة جنيهات كرسم التحاق !
* يدفع العضو المنتسب جنيهين ! * المنتسب .. لا يدفع شيئاً !
الاشتراك السنوى للعضو جنيهان * للعضو المنتسب .. جنيهاً ونصف .
* للمنتسب .. جنيهاً واحداً . الاشتراكات تدفع أول يوليو !
* المشتركون فى الجمعية .. مشتركون فى المجلة .. وترسل إليهم أعدادها بحكم عضويتهم للجمعية .

قناة السويس

مستقبل ناقلات حمولة ٢٥٠ ألف طن بكامل حمولتها

- لا العدوان .. ولا الاستعمار .. قادر على إعاقة التطوير
- الخطة الثالثة من مشروع ناصر .. تساير أكبر التطورات
- المستقبل ... واثق ... مشرق ... أمام قناة السويس !

منذ بدأ العدوان الإسرائيلي الأخير على الدول العربية . . كان لابد أن تتوقف الملاحة فى قناة السويس .

لقد كانت القناة هدفاً من أهداف إسرائيل ، بصفتها مورداً هاماً للدخل القومى المصرى ، وبصفتها ثانياً طريقاً سهلة للعلاقات الدولية .

كان من مخططات إسرائيل إذن أن تتوقف الملاحة فى قناة السويس وكذا أراد الاستعمار العالمى .

وبدأت إسرائيل فور عدوانها تشيع فى العالم كله إشاعات مغرضة وتذيع مغالطة أن قناة السويس لم تعد صالحة لعبور السفن ، وأنه يجب على الدول التى يعنيها الأمر أن تتخذ من بعد ذلك طريق رأس الرجاء . أو أن يتجه بناء السفن إلى تضخيم حمولاتها بحيث يتعذر على قناة السويس أن تقوم بدورها الخطير فى خدمة الملاحة الدولية .

وبدأت إسرائيل تثير أسئلة مسمومة : هناك سفن محتجزة فى مجرى القناة . . كيف يمكن إخراجها وتنظيف المجرى الملاحى من تلك العوائق ؟... وتظن أن الإجابة مستغلقة على الفهم ... ولكنها ببساطة كما يلى :

حقاً يوجد فى القناة حالياً ١٥ سفينه توقفت بفعل العدوان الإسرائيلى سفن من مختلف الجنسيات (انجليزية وامريكية وسويدية وبولندية ... والمانية غربية وفرنسية وبلغارية وتشيكية) .

لم تغفل هيئة قناة السويس لحظة عن التفكير فى حل هذا الأمر منذ يناير ١٩٦٨ بدأت دراساتها بإجراء مسح كامل لقاع القناة لتحديد العوائق الغارقة تحت الماء . . ثم تحديد أنسب المسارات لإخراج السفن المحتجزة ... كانت الهيئة تجرى تلك الدراسات والأعمال تحت أكثر الظروف قسوة .. فالعدوان مستمر .. وبشدة حتى توقفت الأعمال والدراسات عنوة حين بدأت إسرائيل تدرك أن الهيئة مقتربة من هدفها ؟

هل نستأنف الملاحة

هناك سؤال يفرض نفسه : هل يمكن استئناف الملاحة فى قناة السويس بعد كل ما حدث ؟

إن استئناف الملاحة بالقناة أمر يهم دول العالم كلها لما للقناة من آثر هام .. فى ازدهار وتطور التجارة العالمية بين الدول الواقعة شمال القناة وجنوبها . ومن المؤكد ان عملية مسح القطاع الشمالى للقناة كانت ستساعد على تحديد المدة اللازمة لانتشال العوائق . . وإعادة الملاحة ورغم أن هذه العملية توقفت للأسباب السابق ذكرها .. فإنه من المقدر أن تنتهى عملية انتشال العوائق الغارقة .. وإعادة الملاحة للقناة فى حدود أربعة أشهر من بداية عملية الانتشال .. وسوف تعمل الهيئة على أن يكون الغاطس المصرح به بعبور السفن عند إعادة الملاحة بالقناة هو ٣٨ قدماً .. كما كان قبل عدوان ٥ يونيو سنة ١٩٦٧ . ويمكن زيادة الغاطس إلى ٤٠ قدماً بعد مضى ستة أشهر من تاريخ إعادة الملاحة بالقناة .

وقد أثيرت فى بعض الصحف الأجنبية بعد نقاط فنية منها أن عملية إعادة الملاحة فى القناة إلى وضعها الطبيعى سوف تتأثر نتيجة الإطماء . وتعرض قاع القناة لتراكم الأتربة والرمال . . نتيجة توقف الملاحة منذ يونيو سنة ١٩٦٧ ، والرد على هذه النقاط يؤيده التاريخ والواقع والعلم » .

فمن الناحية التاريخية :

معروف أنه طوال فترة الحرب الثانية من ١٩٣٩ إلى ١٩٤٥ كانت القناة شبه مغلقة . . وغير مصرح للعبور بها . . إلا لبعض الوحدات الحربية ومع ذلك لم يزد الإطماء بقاع القناة فى أى جزء منها عن عشرين سنتيمتراً .

ومن الناحية الواقعية :

فقد ثبت من آخر مسح للقناة فى يناير سنة ١٩٦٨ أى بعد مضى ثمانية أشهر من تاريخ توقف الملاحة بالقناة .. عدم وجود أى إطماء ، بقاع القناة سوى حوالى عشر سنتمترات من تربة القاع .. قد تجمعت حول بعض الوحدات الغارقة .

ومن الناحية العلمية :

فإنه يمكن تقسيم قناة السويس من حيث خصائص ميكانيكية التربة إلى ثلاثة مناطق :

(ا) المنطقة الشمالية : وتربتها طينية رملية مما لا يجعل الرياح تؤثر فى تعرض قاع القناة للأتربة والرمال نظراً لتماسك التربة .

(ب) المنطقة الوسطى : وتربتها رملية وهى المنطقة الوحيدة التى تؤثر الرياح فى نقل الأتربة والرمال الرفيعة إلى القناة ولقد أثبتت الدراسات والقياسات المختلفة أن أقصى إطماء فيهـا لا يزيد عن خمسة سنتيمترات سنوياً مع العلم بأن جزء كبير من هذه المنطقة والذى يقع شمال البحيرات المرة « تتولى التيارات المـائية مهمة تطهيره . ذلك لأن التيارات المائية الناتجة عن اتصال القناة بهذه البحيرات والتيارات المائية الناتجة عن المد والجزر تعمل على النحر بما يعادل تقريباً أى إطماء يحدث بها » .

(جـ) المنطقة الجنوبية : تربتها صخرية بالإضافة إلى أن سرعة التيارات المائية الناتجة من المد والجزر بهذه المنطقة تصل إلى ٧ر١ متر فى الثانية مما لا يسمح بأى حال من الأحوال.. بحدوث أى إطماء . بهذا يصبح ما أثير فى بعض الصحف الأجنبية غير صحيح .

القناة وسياسة الناقلات

لكن الصحافة المغرضة ، تعود من جديد ، بعد أن عرفت أن ما أثارته مردود عليه . . تعود لتدعى أن أهمية القناة تتناقص تدريجياً .. أمام تطور بناء السفن وإنشاء الناقلات الضخمة .. والتى لا يتسع قطاع القناة الحالى لعبورها لكن الذى اثير .. مردود عليه مرة أخرى فعندما أثير التفكير فى بناء هذه الناقلات الضخمة اهتمت هيئة قناة السويس بالموقف وبدأت تجرى دراستهـا . . ليصحب تطويرها نفس التطوير الذى يدخل على بنـاء السفن الكبيرة . . والناقلات الجبارة وقد أعلن السيد الرئيس / جمال عبد الناصر فى يوليو ١٩٦٦ «أن القناة سيتم تطويرها بحيث تسمح بعبور الناقلات حمولة ٢٠٠ ألف طن » . وكانت الهيئة قد أجرت دراستها بهذا الشأن فى أوائل عام ١٩٦٦ . والذى يتأمل الموقف بوضوح يمكن أن يرى .

— أن الهيئة تتبع فى أعمالها . . الطرق العلمية . . والتخطيط المدروس .. الذى يخضع لاحتياجاتها . . تبعاً لتطور المجتمع العالمى .

— أن التطور مسألة حتمية وتاريخية . ذلك أن المجتمع الذى يعيش فى عصر القمر لا بد أن يتبع هذا التطور بكل إمكانياته حتى يعيش فى نفس العصر .

واعتماداً على ذلك . كان لا بد أن تقوم بدراسة دقيقة لتطوير العوامل التى تؤثر على إيرادات القناة ومدى ثبات ذلك التطور . . أو تذبذبه فى المستقبل القريب والبعيد . . حتى تطمئن إلى النتائج الاقتصادية لمشروع التطوير .. وأمام هذه العوامل :

(ا) استهلاك أوروبا من بترول الخليج العربى .

(ب) أحجام ناقلات البترول .

والآن نتوقف أمام هذين العاملين ، لنرى ضرورة التطوير الذى تجريه الهيئة على قطاع القناة .

أوروبا والبترول

من واقع الدراسات التى أجرتها الهيئة على إيرادات القناة من واقع مكوناتها .. يتضح أن الإيرادات المحصلة عن ناقلات البترول تمثل نحو ٧٣ ٪ نتيجة لعبور جميع السفن بأنواعهـا وبالتالى فإن حركة نقل البترول عبر القناة تعتبر ولا شك .. العامل الرئيسى الذى يؤثر فى إيرادات القناة . ومن واقع كميات البترول العابرة للقناة سنوياً .. تحليلها إلى مصادر إنتاجها ومراكز استهلاكها . . يتضح أن :

(ا) ٩٥ ٪ من البترول المنقول عبر القناة .. ينقل من الخليج العربى والباقى من مناطق أخرى .

(ب) تستهلك أوروبا نسبة كبيرة متزايدة من البترول الذى يمر بالقناة ، فقد بلغت هذه النسبة ٨٨ ٪ عام ١٩٦١ . . وارتفعت إلى ٩٢ ٪ عام ١٩٦٦ من جملة ما يمر فى قناة السويس من البترول — والباقى ينقل إلى أمريكا الشمالية وكندا .

وبالتالى فإن إيرادات القناة تتوقف أساساً على مقدار ما تستهلكه أوروبا من بترول الخليج العربى الذى يمكن نقله عبر قناة السويس .

ولم تكن الدراسات خاصة بما يمر خلال القناة من بترول الخليج العربى إلى أوروبا . بل شملت الدراسات إنتاج ونقل واستهلاك البترول فى العالم . ومن واقع هذه الدراسات العالمية.. اتضح أن :

١ — استهلاك أوروبا قد زاد خلال السنوات من ١٩٦٠ — ١٩٦٥ بمعدل ٥ر١٣ ٪ سنوياً . . فقد وصل إلى ٣٧٨ مليون طن عام ١٩٦٥ . منها ٢٠٦ مليون طن من الخليج العربى أى ما يساوى ٥ر٥٤ ٪ من جملة استهلاك أوروبا من البترول وقد نقل من بترول الخليج العربى خلال القناة ٦ر١٤٣ مليون طن

٢ — وصل استهلاك أوروبا من البترول إلى ٤٩٥ مليون

طن عام ١٩٦٨ أى بزيادة قدرها ١١٪ سنوياً . منها ٢٥٣ مليون طن من بترول الخليج العربى ، أى ما يوازى ٥١,٥٪ من جملة استهلاك أوروبا . وقد نقلت كلها عن طريق :

(أ) خطوط التابلاين وخطوط الأنابيب العراقية ونقلت ٥٦ مليون طن .

(ب) ناقلات البترول التى دارت حول رأس الرجاء الصالح وقد نقلت ١٩٧ مليون طن .

وتبعاً للدراسات العالمية، وتبعاً أيضاً لتطور زيادة الاستهلاك .. فإنه يتوقع أن يصل استهلاك أوروبا من بترول الخليج العربى إلى :

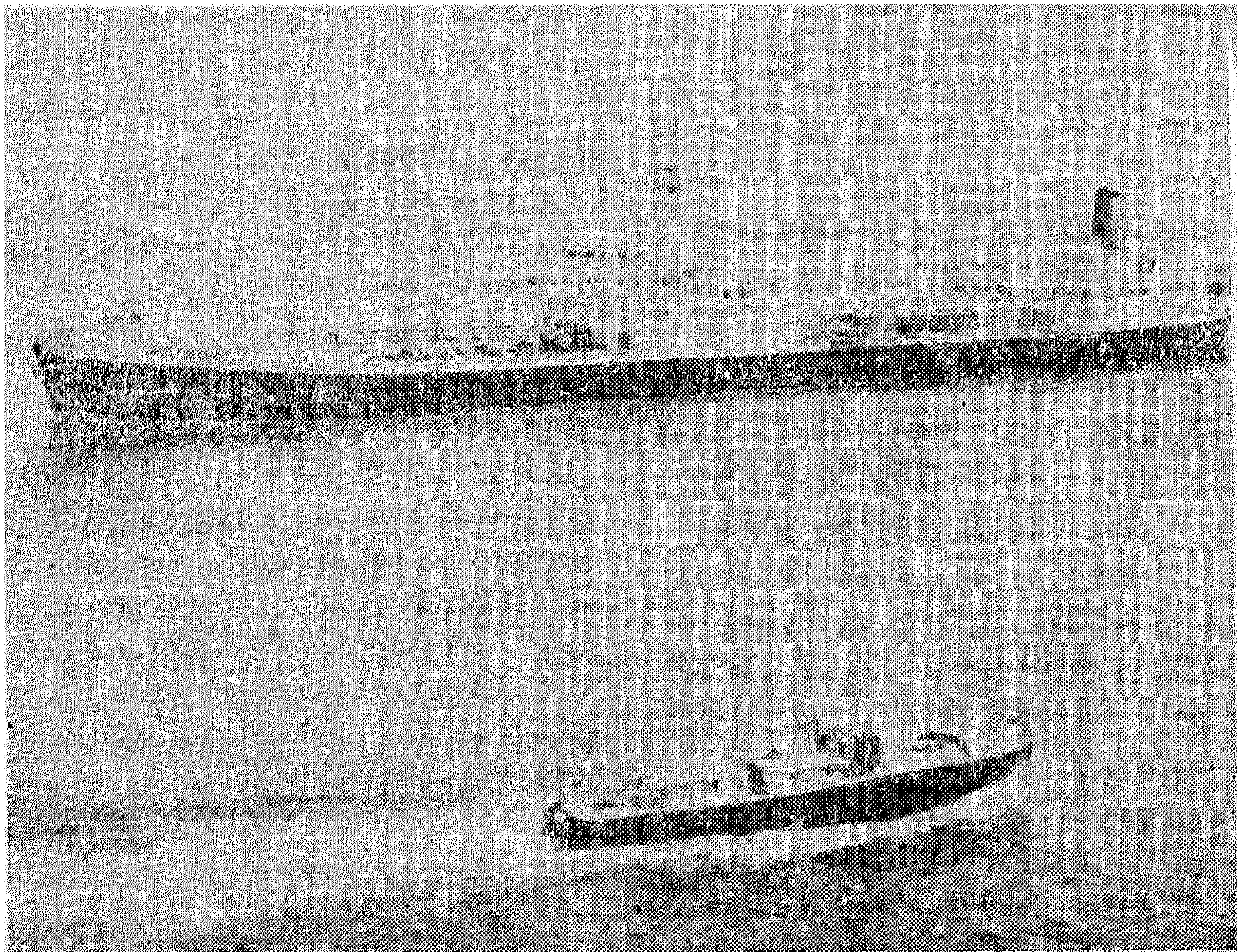
٢٨٩ مليون طن عام ١٩٧٠
٣٨٦ « « « ١٩٧٥
٤٩٢ « « « ١٩٨٠

ونتيجة لهذا .. فإن ما ينتظر أن يمر بالقناة من بترول الخليج العربى المتجه إلى أوروبا يصل إلى الآتى :

٢٣٣ مليون طن عام ١٩٧٠
٣٣٠ « « عام ١٩٧٥
٤٣٦ « « « ١٩٨٠

وإذا أضيفت إلى تلك الكميات كميات البترول التى تمر بالقناة من الجنوب متجه إلى جهات أخرى بخلاف أوروبا فإن كميات البترول المنتظر نقلها من طريق القناة بعد تنفيذ مشروع التطوير تصبح كالآتى :

٢٤٧ مليون طن عام ١٩٧٠
٣٤٤ « « « ١٩٧٥
٤٥٠ « « « ١٩٨٠

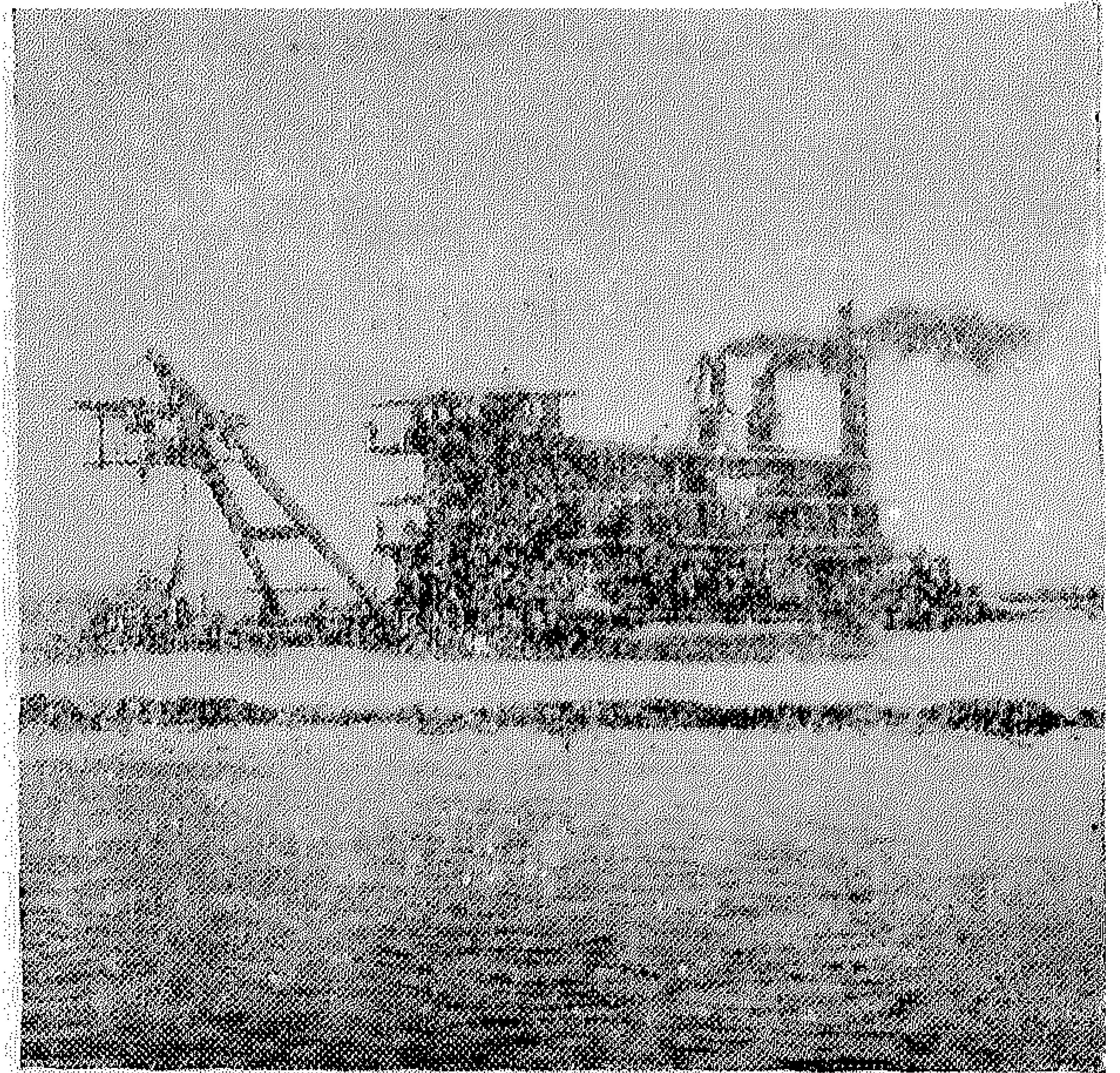


إحدى ناقلات البترول الضخمة تعبر القناة

بعد هذا الاستعراض . . ونتيجة للدراسات العالمية . لوضع استهلاك أوروبا من بترول الخليج العربي .. وما يمر منه في القناة.. تصل إلى أن مستقبل قناة السويس .. مزدهر ومشرق . .

أحجام الناقلات

رأينا . . أن المستقبل أمام قناة السويس . . مزدهر تماماً . . ويبقى أن نحيط بما يجب أن تقوم به ، وهو ما تضعه في خطتها فعلا.. ومعروف أن الناقلات التي يمكنها عبور قناة السويس بقطاعها الحالي.. وبكامل شحنتها هي التي تصل حمولتها إلى ٦٠ ألف طن وفي عام ١٩٦٤ .. ظهر إتجاه جديد . . نحو بناء ناقلات جديدة بأحجام أكبر : وكان هذا نتيجة للتقدم الذي حدث في تكنولوجية بناء السفن.. التي أحدثت إنخفاضا في تكاليف البناء .. وكذلك . نتيجة طرق التشغيل الأوتوماتيكي الذي بسببها انخفض عدد أفراد طاقم الناقلة .. بالإضافة إلى ضخامة حجم الشحنة التي يمكن نقلها في الرحلة الواحدة . ولقد كانت حمولة مجموعة الناقلات الضخمة التي ظهرت في عام ١٩٦٤ . . تتراوح بين ٦٠ و ١١٠ ألف طن . وقد أمكن لبعضها عبور القناة اقتصادياً بحمولة مخفضة . . بينما لم يستطع البعض الآخر منها .. إلا في حالة عبورها فارغة . وفي أوائل عام ١٩٦٥ .. اتجه أصحاب السفن والشركات الملاحية إلى التفكير في بناء الناقلات الجبارة التي تصل حمولتها إلى ٢٠٠ ألف طن . . ثم ٢٥٠ ألف طن .



إحدى كراكات هيئة قناة السويس
تقوم بعمليات التطهير تمهيداً للتوسيع أثناء عبور السفن
دون تعطيل لحركة الملاحة

تطور إذن حجم ناقلات البترول .. بهذا الشكل .. وأمام هذا التطور الضخم كان لا بد أن تأخذ هيئة قناة السويس .. استعداداً كاملا .. لتقف مع نفس خط التطوير .

الناقلات والقناة

كانت الهيئة قد وضعت في خطتها التي بدأتها باسم « مشروع ناصر » لتطوير القناة .. مرحلتها الثالثة . التي كانت قد بدأت تنفيذها في ٢٣ فبراير عام ١٩٦٧ . . لولا العدوان الإسرائيلي في يونيو من ذلك العام . . ولولا العدوان لوصل التنفيذ إلى مرحلة كبيرة . وقد كان مقرراً تنفيذ هذه المرحلة على خطوتين :

(ا) وتهدف إلى توسيع القناة ليصل قطاعها المائي ٢٤٠٠ متراً مربعاً بدلا من ١٨٠٠ متراً مربعاً والوصول بالغاطس المسموح به عبور القناة إلى ٤٨ قدماً بدلا من ٣٨ قدماً . . بذلك تستطيع الناقلات حمولة ١١٠ ألف طن إلى ١٢٥ ألف طن أن تعبر قناة السويس بكامل حمولتها ، وتستطيع الناقلات حمولة ٢٠٠ ألف طن أو أكثر عبور القناة فارغة . وقد كان محدداً لهذه الفترة أن تنتهي خلال عام ١٩٧٢ . وقد بدأ العمل فعلا في هذه الخطوة في ٢٢ فبراير ١٩٦٧ بأعمال الحفر على الناشف وقد أسندت أعمال التكسيات إلى شركة المقاولين العرب ، أما أعمال التطهير والتعميق ، فقد كان مقرراً قيام كراكات الهيئة بجزء منها والباقي طرح في مناقصة عالمية . وتقدمت شركات معروفة بعطاءاتها ، ولكن العدوان الإسرائيلي أوقف التعاقد عليها .

(ب) وتهدف هذه الخطوة إلى توسيع القناة ، حتى يصبح قطاعها في المستقبل ٤٢٠٠ متراً مربعاً . . بحيث تسمح للناقلات حمولة ٢٠٠ ألف طن إلى ٢٥٠ ألف عبور القناة بكامل حمولتها . وكان مقرراً أن تبدأ هذه الخطوة عقب الانتهاء من الخطوة الأولى مباشرة ، ويقتصر العمل في هذه الخطوة على عمليات التطهير والتعميق وكان البرنامج الزمني للتنفيذ قد أعد بحيث تنتهي عام ١٩٧٥ .

ومن الدراسات التي قامت بها الهيئة حول تطور الأسطول العالمي للناقلات ومدى التعجيل في تنفيذ مشروعات التطوير استلزم الأمر تعديل هدف الخطوة الأولى الجزئية لتنفيذ المشروع لكي يصل قطاع القناة المائي إلى ٣١٠٠ متراً مربعاً بدلا من ٢٤٠٠ متراً مربعاً كما كان مقرراً من قبل . والوصول بالغاطس المسموح به عبور القناة إلى ٥٣ قدماً بدلا من ٤٨ قدماً أما الخطوة النهائية للمشروع فهي تهدف إلى زيادة القطاع المائي للقناة إلى ٤٢٠٠ متراً مربعاً وزيادة الغاطس المسموح به عبور القناة إلى ٦٧ قدماً مما يسمح للناقلات حمولة ٢٥٠ ألف طن عبور القناة بكامل حمولتها .

كما تدل الدراسات أنه في الإمكان اختصار المدة اللازمة لتنفيذ

المشروع بخطوتيه فى فترة تتراوح بين خمسة وستة سنوات بدلا من السنوات التسع التى كانت مقررة من قبل .

الطاقة التصريفية لقناة السويس

مع حركة التطوير التى تقوم بها هيئة قناة السويس تبعاً للخطط المرصودة ، وتبعاً لتطور أحجام السفن ، ينبغى أن نلم . . بالطاقة التصريفية للقناة . والطاقة التصريفية تقاس بعدد السفن التى تمر من القناة . . خلال السنة : والعامل الرئيسى الذى يؤثر على الطاقة التصريفية لقناة السويس ، هو طول الأجزاء المزدوجة بها . . وهذه الأجزاء هى التى تسمح بتقابل قوافل السفن العابرة للقناة من الشمال والجنوب . فكلما زاد طول الأجزاء المزدوجة من القناة وبالتالى قل طول الأجزاء المفردة . . زاد عدد السفن التى تستطيع عبور القناة.

وتبلغ طاقة القناة الحالية حوالى ٢٥ ألف سفينة فى العام أى بمتوسط يومى ٦٨ سفينة وسوف يؤدى مشروع تطوير القناة إلى زيادة الطاقة التصريفية إلى حوالى ٢٨ ألف و ٥٠٠ سفينة فى العام بمتوسط يومى ٧٨ سفينة وتبين الإحصائيات الخاصة أن القناة لم تعمل بكامل طاقتها التصريفية فقد عبرها معا ١٩٦٦ — ٢١ ألف و ٢٥٠ سفينة بينما طاقتها تصل إلى ٢٥ ألف سفينة . . كما سبق أن ذكرنا .

تأثير الأحجام

بعد هذا . . . نتساءل . هل يمكن أن يؤثر ازدياد حجم الناقلات والسفن . . على القناة .

الجواب . . لا .

فقد أثبتت الدراسات أن تكاليف نقل الطن من البترول . . من الخليج إلى أوروبا . ينخفض حتى تصل حمولة الناقلة إلى ٣٠٠ ألف طن . . بعدها تزداد تكاليف النقل . بجوار عدد من الأسباب التى تجعل بناء الناقلات الكبيرة صعباً : وهذه الأسباب هى :

(ا) وجود رأس مال ضخم لبناء ناقلة أكثر من ٢٥٠ ألف طن.

(ب) زيادة فئات التأمين .

(ج) إمكانيات الموانى العالمية فى استقبال الناقلات الضخمة . ومعظم موانى العالم غير قادرة .

(د) إمكانية الموانى العالمية فى استيعاب كميات البترول التى تنقلها الناقلات الضخمة .

(هـ) كثير من الممرات العالمية المائية ، لا تتمكن من استيعاب هذه الأحجام الكبيرة بخلاف قناة السويس طبعاً .

وفى النهاية . . يمكن أن نقول . . أن قناة السويس . . قادرة حالياً على استيعاب الأحجام العالمية المتوسطة ، فى السفن . . والناقلات . وهى أيضاً . . قادرة ، بعد تنفيذ الخطة الثالثة من مشروع ناصر . . على استقبال واستيعاب أكبر الناقلات . . والتى تصل إلى ٣٠٠ ألف طن . . وكل هذا يعطى نتيجة واحدة هو المستقبل الواثق والمشرق . . أمام قناة السويس ، التى تقف كأعظم ممر مائى عالمى . . يعمل لخدمة المجتمع الدولى الكبير .

The effect of Pre-stressing on the composite section is given in Fig (9) and shows compressive stress of 2.10 t/cm^2 in the bottom fibres of the steel section, and tensile stress of 0.3 t/cm^2 in the top fibres of the R.C. Section.

By adding these initial stresses to that given by the applied loads, A final stress distribution can be easily obtained and is shown in Fig (10). These stresses are safe and less than the allowable stresses of both concrete and steel.

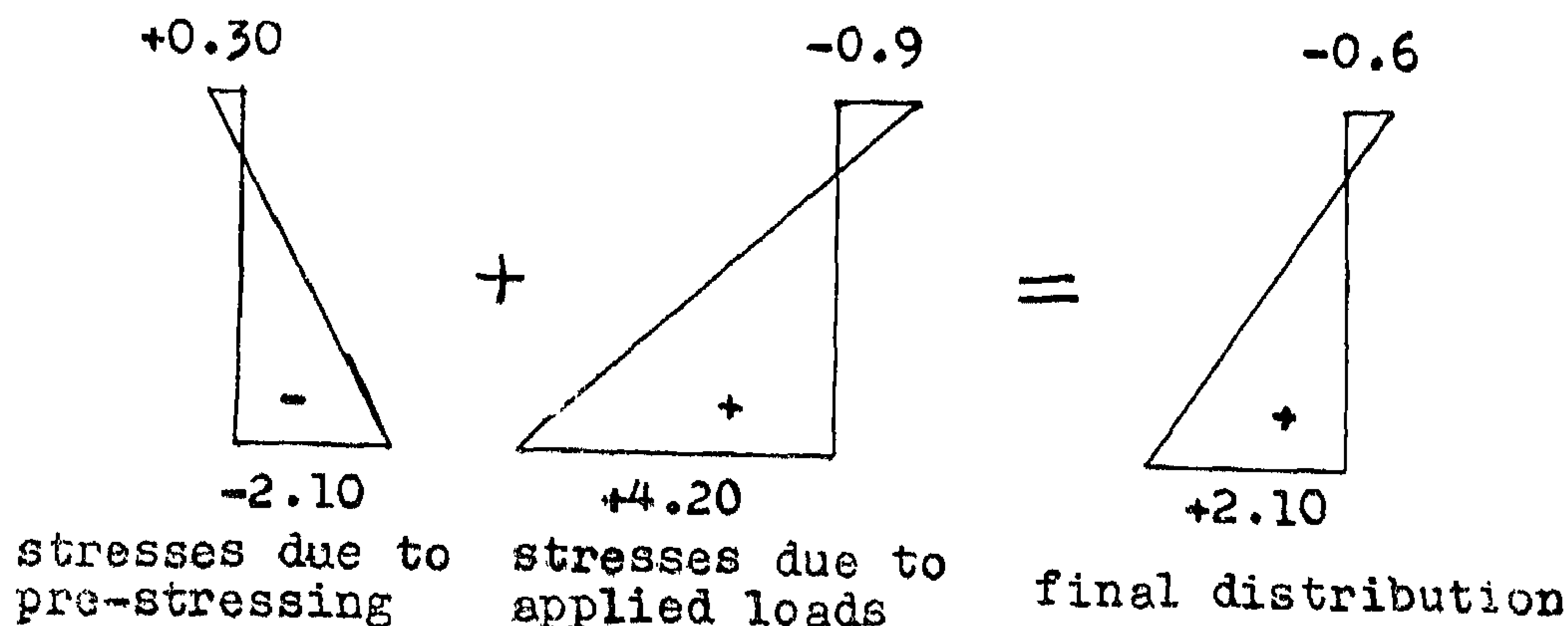


Fig. (10)

DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

Pre-stressing of composite section prove once more that the efficiency of the two widely used structural materials — Concrete and Steel — can be increased by using new techniques. From the given analyses we conclude that :

1 — Area of steel according to the ordinary design of such girder = 198 Cm^2

2 — Area of steel according to the pre-stressed analyses = 88 Cm^2

3 — Area saved = 110 Cm^2

4 — According to the shown price lists, the cost is 10100 A.S. (Austrian shilling) for ordinary design and 8240 shillings for that designed by the pre-stressed technique.

In other words, the new technique saves @ 55% of the area of steel, but the cost is not decreased by the same ratio because high tensile steel wires as well as the pre-stressing operation should be included. The final decrease in cost is found to be @ 15%.

It is suggested that the cost of the whole bridge with be decreased considerably due to the reduction in Areas as well as Dead Loads of the whole structure.

ACKNOWLEDGMENTS

The writer would like to note that the initiation of tests which have been done at Cairo University is due to Prof. M.E. Mohsen Prof. of Airframe design. The writer wish also to record his gratitude to Dip. Ing. T. Muller, the chief of staff of the design office of VOEST Linz, Austria — for his valiable discussions and to Prof. M.Sh. Aggour Prof. of Metallic Construction at Cairo University for his interest in the work.

Offertkalkulation Stahlbau (ohne Außenmontage)	Firma:	Anfrage		Pos.Nr.
	Objekt:	Auftrag		

Position 1 Stück Träger 340x20/700x10/400x20/10 m lang t / Stück .... t / Ges. 1,553

Werkstoffkalkulation

Mat Art, Qualität	Fertiggewicht t	Rohgewicht t	S/Einheit	S
St44T/20	1,004	1,074	3144	3377
-"-/10	0,549	0,580	3182	1846
Summe	1,553	1,654		5223
Nieten und Schrauben				
Elektroden				161
Summe				5384
Stoffgemeinkosten .... %				225
Summe				
Fremd 1*)				
Fremd 2*)				
Modellkosten S ....:				
Summe	1,553	1,654		5609
Schrott .... %		0,101	800	80
Werkst. K.		1,553		5529

Techn. Büro, Lichtpausen, Arbeitsplanung

Zeichnungen .... Std à S	
Lichtpausen	
Arbeitsplanung	
Summe	

Ausführung: Ohne Abnahme
Stegbleche gehobelt
Gurtbleche roh geschnitten

Preisstellung: Schmelzmaterial Q4
ohne TB + AV-Kosten
ohne Verpackung

Selbstkosten ab Werk je: ges.

Werkstoffkosten	Werkstoffkosten (siehe Kalkulation)	
	Zwischenanstrich	
	Grundanstrich	
	Fertiganstrich	
	Montageelektroden + Stoffg. K.	
A	Werkstoffkosten	5529
B	TB-Kosten u. Arbeitsplanung	—

Verarb. Kosten		Std.	S/Std.	Lohn	Regiezuschlag %	Regiezuschlag S	Lohn + Regie
	Betrieb						
	Vormontage						
	Kontrolle						
C	Verarb. K.	26	23	598	400	2392	2990

Sonstige Kosten	Werkstransporte u. Bahnanschluß	15
	Werkzeuge u. Vorrichtungen	100
	Anwürmen zum Einrollen u. Biegen	
	Glühen	
	Preßkosten	
	Röntgen	
	Druckprobe samt Behelfe	
	Abnahme	
	Diverses *)	
	Verpackung	
	Fremdleistungen 1) *)	
	Fremdleistungen 2) *)	
	Fracht frei	
	Frachtversicherung	264
D	Sonstige Kosten	379
A-D	Werkstoff, TB, Verarb. u. Sonst. Kosten	8907
E	Ausschuß- u. Wagnisrate ... 1,2 %	107
A-E	Herstellkosten	9014
F	Verwaltungs- u. Vertriebskosten ... 12 %	1086
G		
A-G	Selbstkosten ab Werk	10100

Exportbonifikation	Zentrale Offertkalkulation
S/t	Datum Name

7273 *) Aufgliederung für Fremdzulieferungen, Fremdleistungen und Diverses siehe Rückseite. 6500 S/t.

Objekt mit ... Kölln III

Offertkalkulation Stahlbau (ohne Außenmontage)

Firma.
Objekt:

Auftrag / Anfrage | Pos.Nr.

Position: 1 Stück TKP 1200x10/700x5/400x10 / 10 m Lang t / Stück .... t / Ges. 0,632

Werkstoffkalkulation

Mat. Art, Qualität	Fertiggewicht t	Rohgewicht t	S/Einheit	S
ST44T/10	0,314	0,336	3182	1069
ST44T/5	0,274	0,290	3374	978
Summe	0,588	0,626		2047
Nieten und Schrauben				
Elektroden				161
Summe				2208
Stoffgemeinkosten .... %				100
Summe				
Fremd 1	0,044	0,044		1925
Fremd 2 *)				
Modellkosten S				
Summe	0,632	0,670		4233
Schrott .... %		0,038	800	30
Werkst. K.		0,632		4203

Techn. Büro, Lichtpausen, Arbeitsplanung

Zeichnungen .... Std. á S	
Lichtpausen	
Arbeitsplanung	
Summe	

Ausführung ....

Preisstellung: wie Kalk. I

Selbstkosten ab Werk je: ges.

Werkstoffkosten	Werkstoffkosten (siehe Kalkulation)						
	Zwischenanstrich						
	Grundanstrich						
	Fertiganstrich						
	Montageelelektroden + Stoffg. K.						
A	Werkstoffkosten						4203
B	TB-Kosten u. Arbeitsplanung						—
Verarb. Kosten		Std.	S/Std.	Lohn	Regiezuschlag %	Regiezuschlag S	Lohn + Regie
	Betrieb						
	Vormontage						
	Kontrolle						
C	Verarb. K.	25	23	575	400	2300	2875
Sonstige Kosten	Werkstransporte u. Bahnanschluß						5
	Werkzeuge u. Vorrichtungen						80
	Anwärmen zum Einrollen u. Biegen						
	Glühen						
	Preßkosten						
	Röntgen						
	Druckprobe samt Behelfe						
	Abnahme						
	Diverses *)						
	Verpackung						
	Fremdleistungen 1) *)						
	Fremdleistungen 2) *)						
	Fracht frei						
	Frachtversicherung						107
D	Sonstige Kosten						192
A-D	Werkstoff, TB, Verarb. u. Sonst. Kosten						7270
E	Ausschuß- u. Wagnisrate 1,2 %						86
A-E	Herstellkosten						7356
F	Verwaltungs- u. Vertriebskosten 12 %						884
G							
A-G	Selbstkosten ab Werk						8240

Exportbonifikation
S/t ....

Zentrale Offertkalkulation
Datum .... Name

7273 *) Aufgliederung für Fremdzulieferungen, Fremdleistungen und Diverses siehe Rückseite. 13040 5/70

METHOD OF PRE-STRESSING

It is clear that stresses on the tension side are very high under the given applied loads. Instead of increasing dimensions of the material on that side, we apply initial compression equal to the allawable stresses. This will double the load carrying capacity of the section. The compression is applied on the bottom flange by means of high tensile steel wires type (150/170). The wires are tensioned by a certain force F which gives compression reaction on the anchored plate as shown in Fig.. (8). The problem of protecting wires from corrusion and damage have been solved by using a special type of liquid plastics to be hardened when poured on the wires.

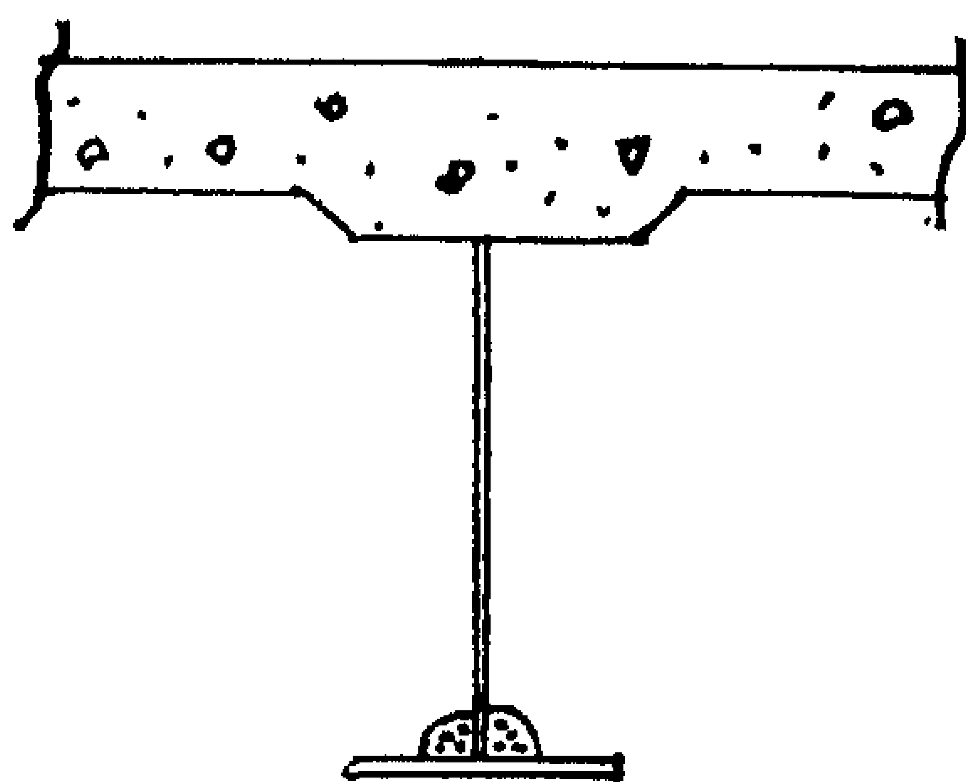
The tension force required for pre-stressing can be calculated as follows :

$$\frac{N}{765} + N.e \frac{78.3}{249.500} = 2.10$$

$$0013 \; N + \frac{6131}{249.500} \cdot N = 2.10$$

$$0.0258 \; N = 2.1$$

$$N = 81 \text{ tons}$$



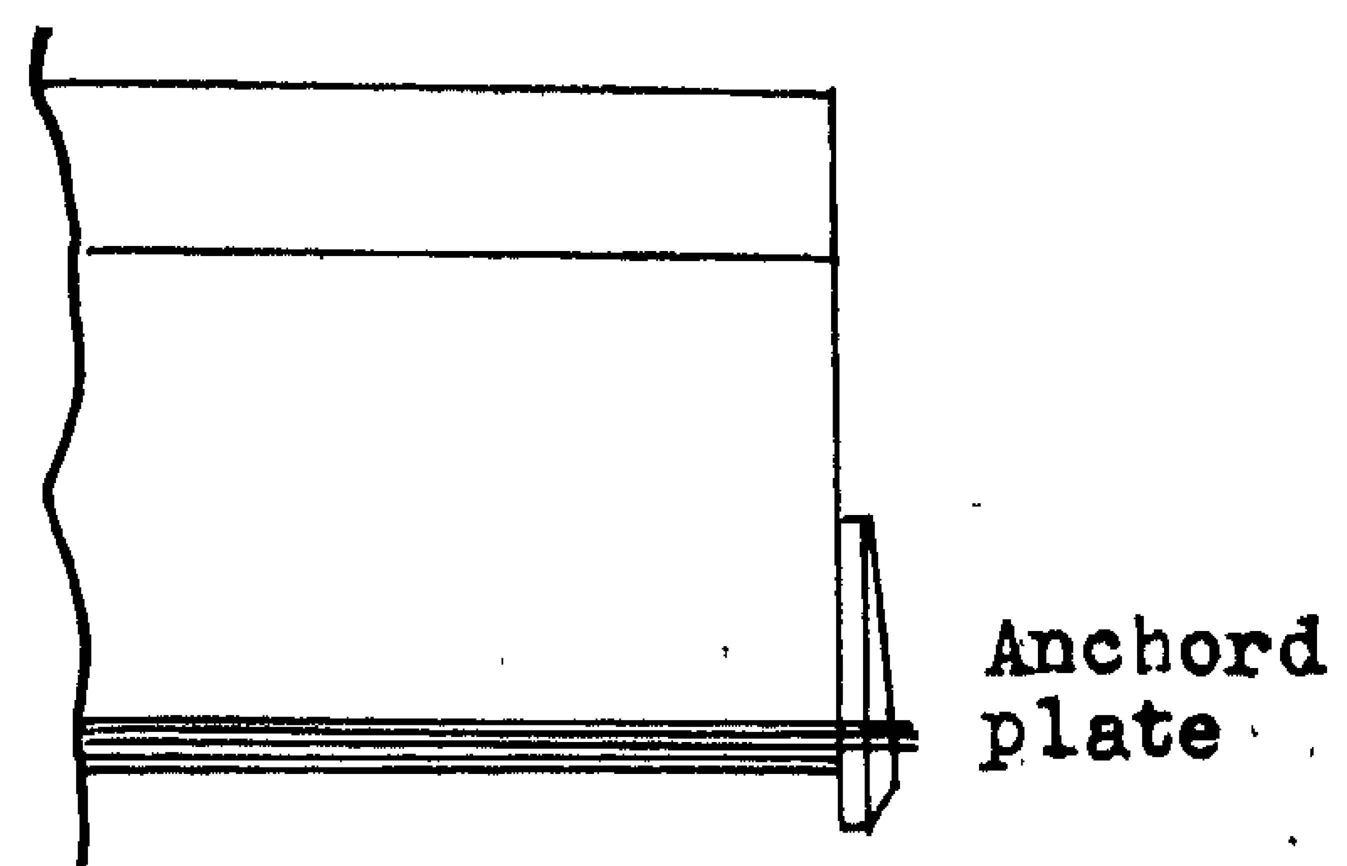


Fig. (8)

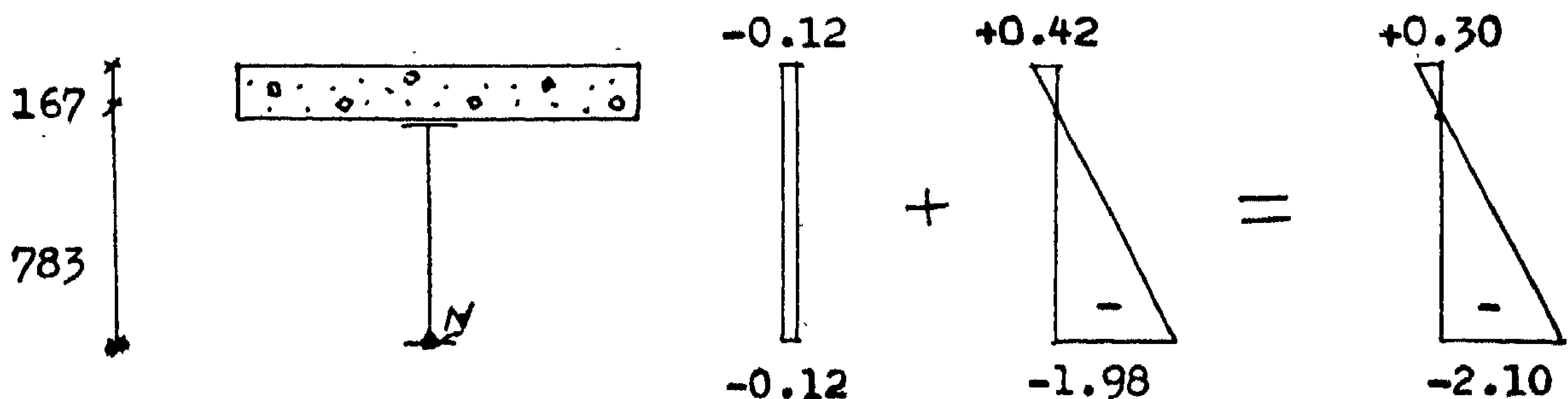


Fig. (9)

Effect of Pre-stressing

To obtain the number of wires required, we use the condition that stresses due to pre-stressing force on wires plus the additional stresses due to the applied loads should not exceed the allawable stress of the high tensils steel wires, i.e. max. force a wire can carry × numbers of wires = Original force due to pre-stressing + forces in wires due to applied loads.

$$4.2 \; n = 81 + 4.2 \times 0.4 \times n$$

$$n = 32 \; \Phi \; 7.5 \; m_m \; (150/170)$$

The calculation of stresses by the classical method is as follows :

$$\sigma \text{ concrete} = 7320 \cdot \frac{22.9}{660.762} \cdot \frac{1}{11} = 0.02 \text{ t/Cm}^2 < 0.11$$

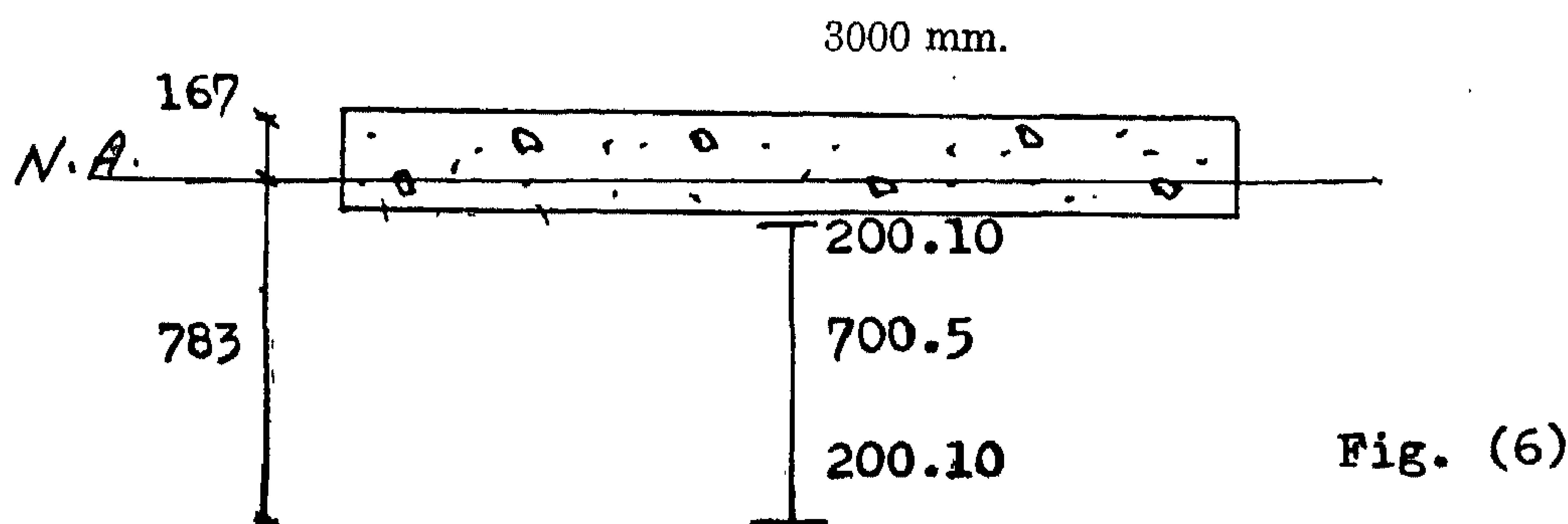
$$\sigma \text{ top flange steel} = 5810 \frac{42.8}{187.780} - 7320 \frac{0.1}{660.762} = 1.4 < 2.1$$

$$\sigma \text{ bottom flange steel} = 5810 \frac{31.2}{187.786} + 7320 \frac{74.1}{660.762} = 2.0 < 2.1$$

For steel 44 $\sigma = 2.10$ t/Cm²

Design of the cross girder on the assumption that the cross section behaves as a real combined section :

In this case we realise that less area of steel is required, but in the other hand the stresses in the tension side will be too high. The treatment is to use the pre-stressing technique. The cross section is shown in Fig. (6) :



For steel section

‡	200.10	20.0	+35.5	+710.0	25.200
‡	700.5	35.0	———	———	14.300
±	200.10	20.0	35.5	—710.0	25.200
		75.0	———	———	64.700

For concrete section :

690.0	47.5	32430	1556.600
765.0	42.3	32430	1621.300
			1371.800

For combined section 249.500

The concrete usd in the project is B 300 which have allawable stresses of 110 Kg/Cm², this value releated to steel is given by

$$\sigma = 100 \frac{Es}{Ec}$$

$$= 110 \text{ xll} = 1.2 \text{ t/Cm}^2$$

Stresses on steel due to the total moment 131.3 t.m is equal to :

$$\frac{13130 \times 78.3}{249.500} = 4.2 \text{ t/Cm}^2$$

and the stress distribution along the cross section is shown in Fig. (7).

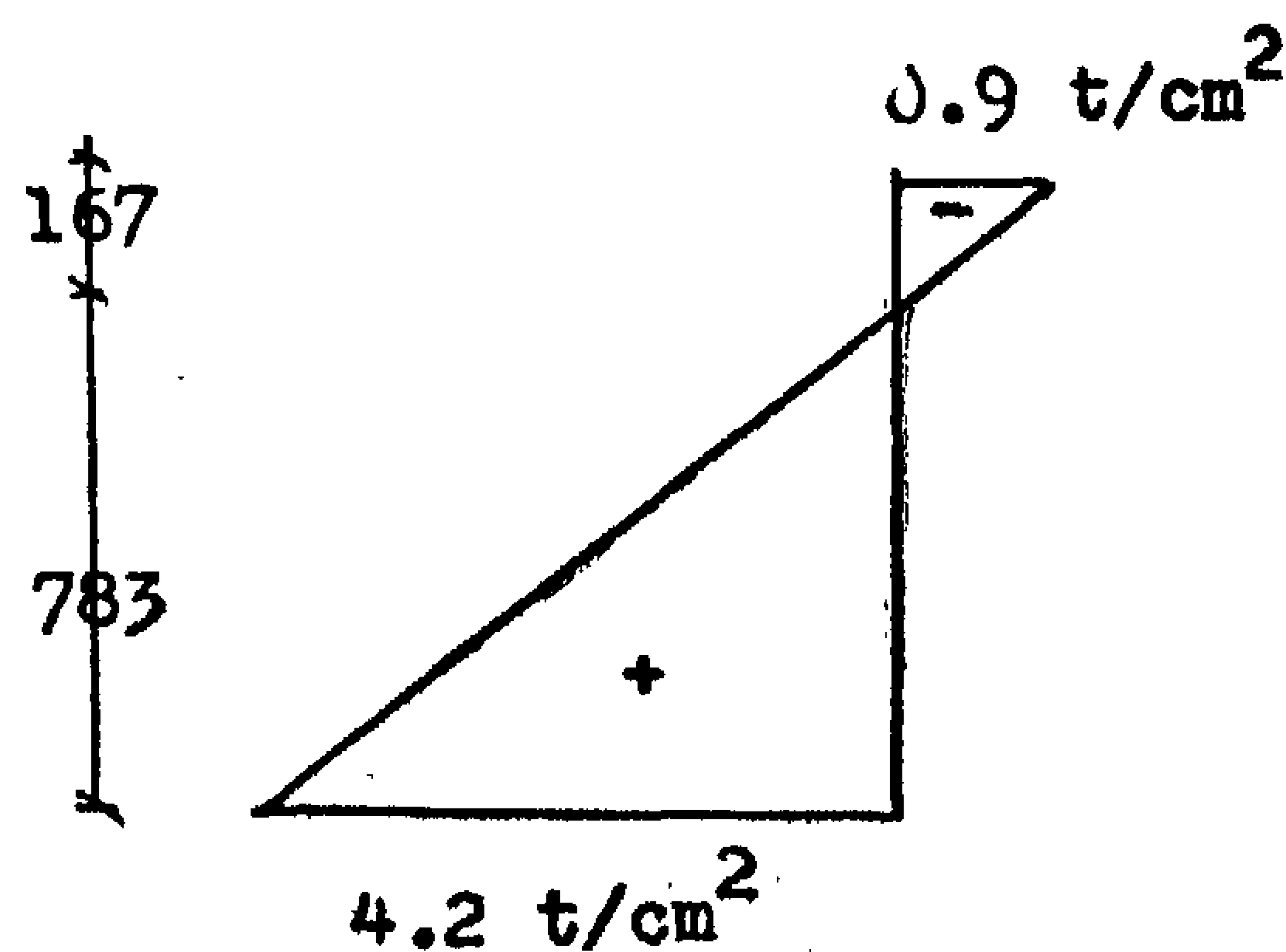
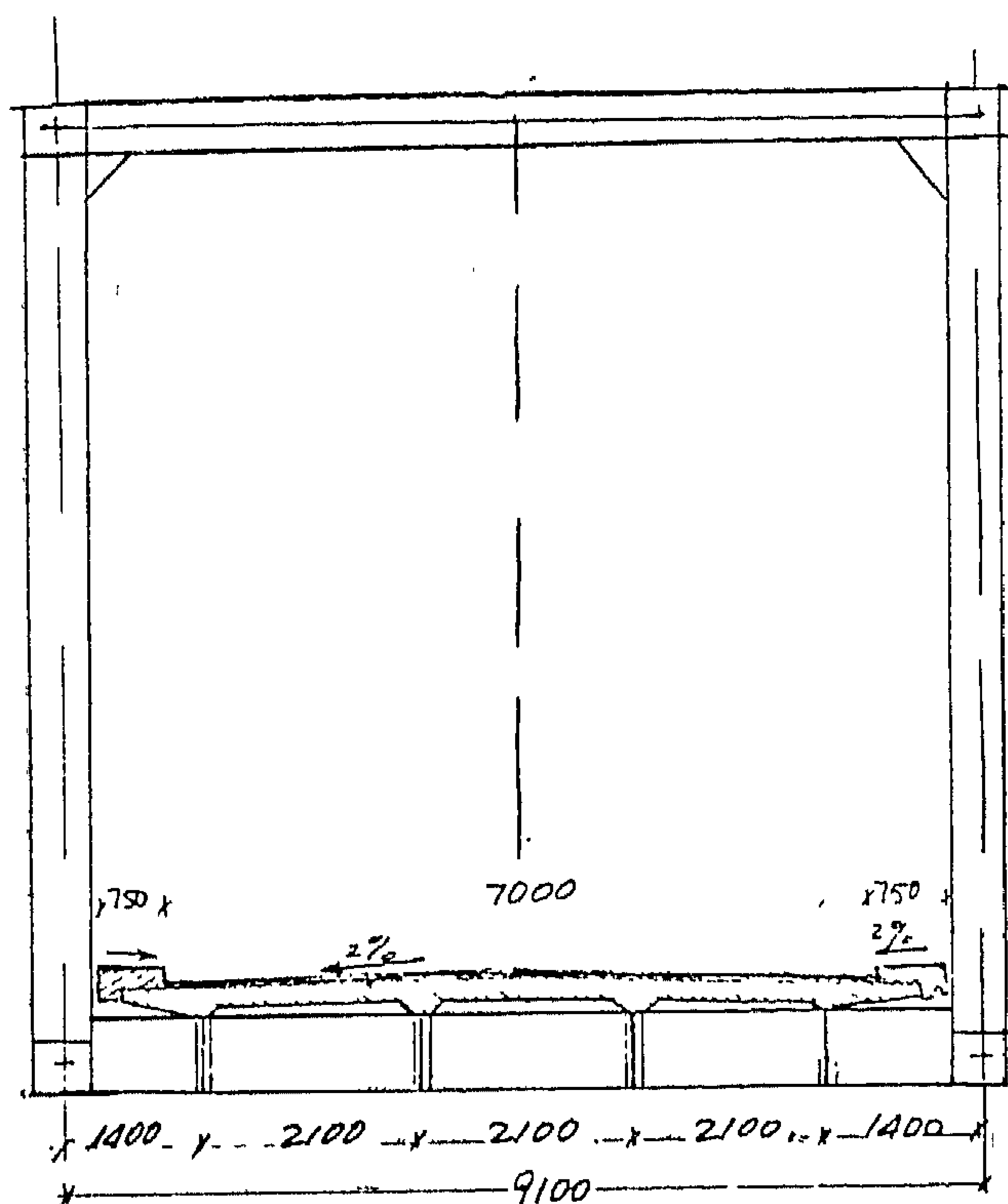
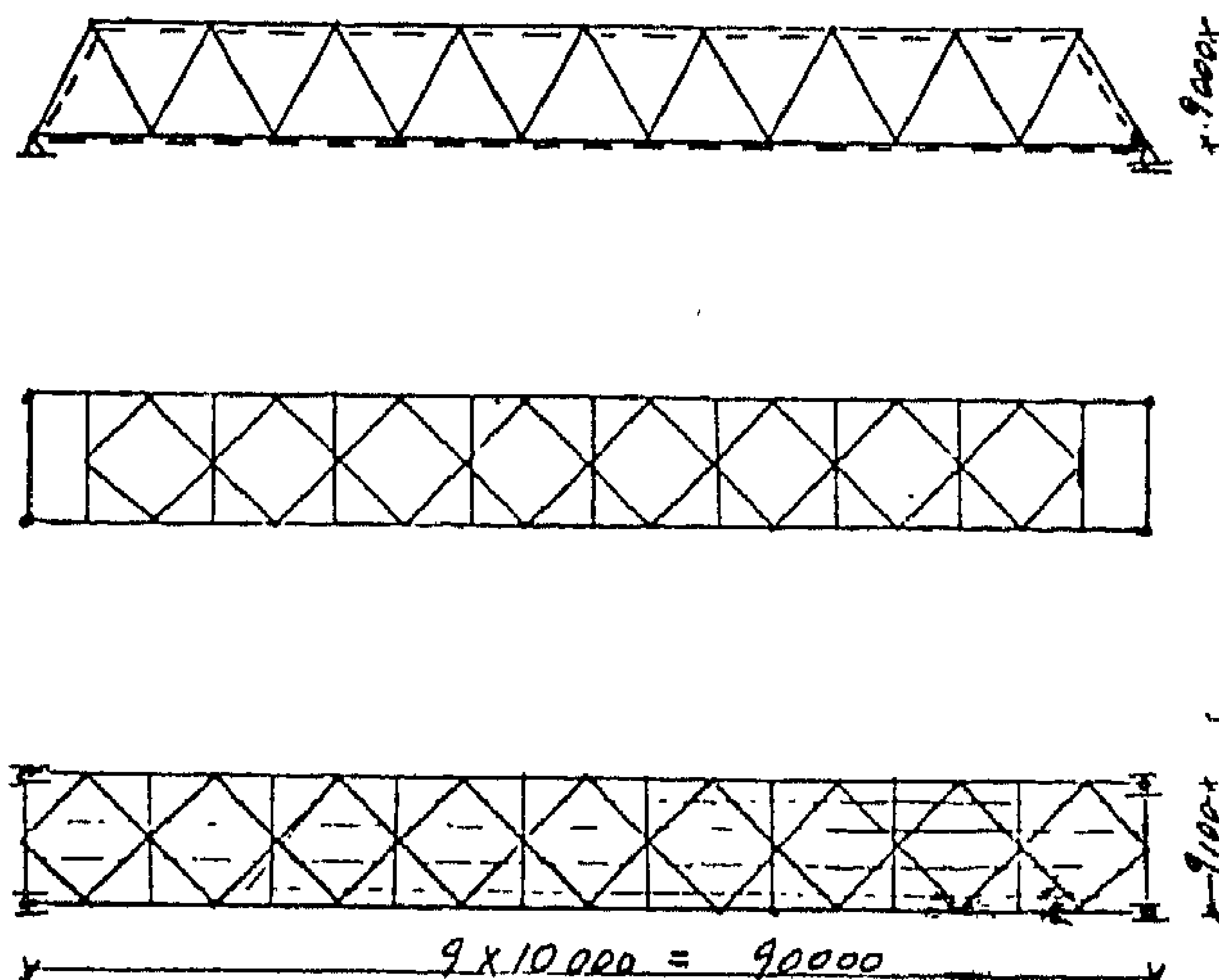


Fig. (7)





	A Cm^2	y Cm	Ay Cm^3	$I_{N \cdot A} = I_o + A_{y \cdot y}$ Cm^4
‡ 240.20	48.0	+ 36.0	+ 1728	62.200
‡ 700.10	70.0	———	———	28.600
‡ 400.20	80.0	— 36.0	— 2880	103.700
	198.0	5.82	— 1152	194.500
				6.720
				187.780
For steel section				
	198.0		—1152	194.500
For concrete section				
	690.0	49.5	+34155	1690.673
	888.0	37.1	+33003	1885.173
				1224.411
For combined section				
				660.762

The above calculations show that

The second moment of area of steel alone $= 187.780$ Cm^4

and that for the combined section $= 660.762$ Cm^4

The final stress distribution on the section is a combination between the stress diagram of Fig. (2) and that of Fig. (1).

From the final stress distribution Fig. (3), it can be realised that the whole concrete section is now in use and no extra reinforcement is required.

This example is a very simple picture of the idea of pre-stressing of concrete.

However, for symmetrical steel sections there is no neccessity to use the pre-stressing phenomenon as far as the section resist tension as well as compression and the material is ideal to represent the ordinary stress strain distribution. But in cases of unsymmetrical sections, it is well recommended to use a method similar to that used in concrete. In these sections which are mainly combined sections (concrete and steel), the neutral axis is shifted far away from the centre of the beam. The resulting stress distribution is tremendously high in one side as shown in Fig. (4). This can be clearly appeard in building construction when composite scetions are used. The known solution of this difficulty is to choose a bigger steel section which will balance the position of the neutral axis.

In bridges, main girders as well as cross girders are good examples of this phenomenon. To over come the difficulty of the appeard high stresses, the designers used to devide loads into two parts, part resisted by the steel section alone and part resisted by the combined section. That means they did not consider the section as a rigid composite section which is not the actual case.

In the above two cases, the section always increased in dimension to carry the applied loads safely.

This follows increase in weight and successiveley increase in cost.

PRE-STRESSING OF COMPOSITE SECTIONS

In this paper, a method for pre-stressing is suggested for such sections. This method is already used in the design of 9.10 meters cross girders of a bridge shown in Fig. (B) of 90.0 meters span to be built in IRAN. The design of these girders are made during my stay in a design office in Austria. According to there specifications, the caluclated maximum moments are :

due to live loads	=	73,2 t.m.
due to dead loads	=	58,1 t.m.
Total moments	=	131,3 t.m.

According to the ordinary design, we assume a section of the cross girder with the bridge deck as shown in Fig (5).

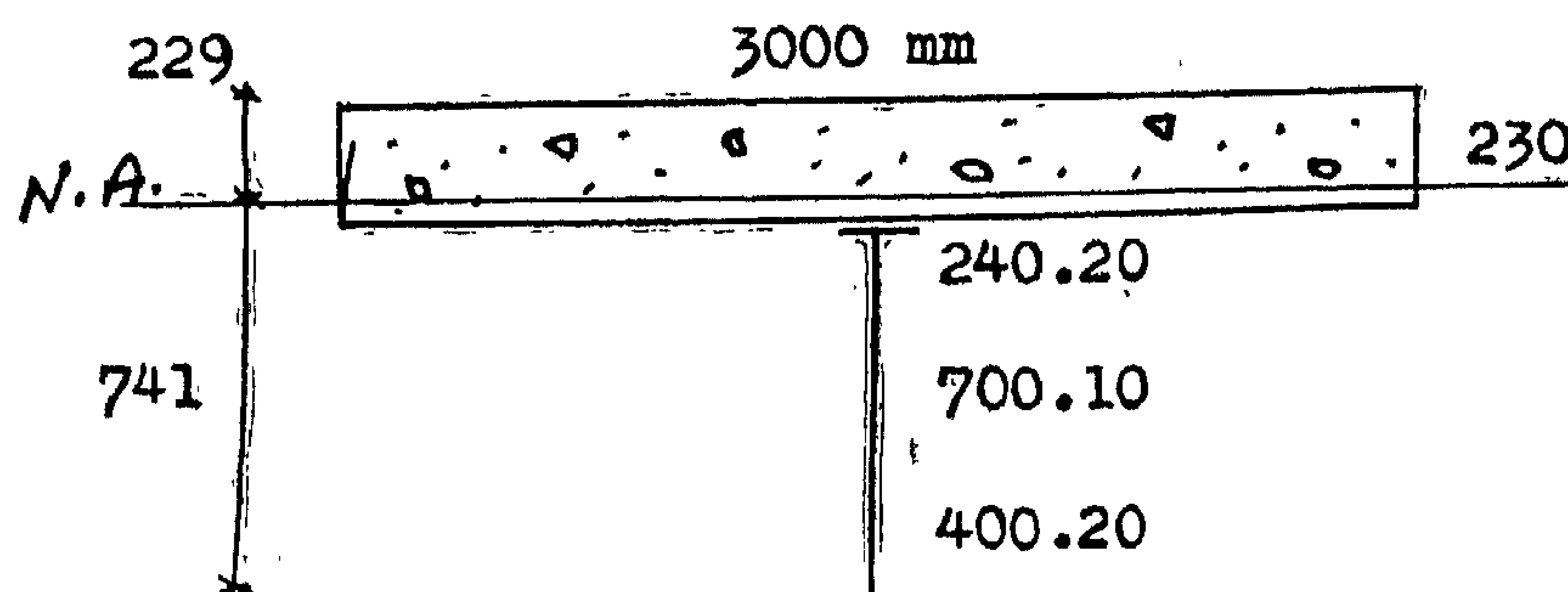


Fig. (5)

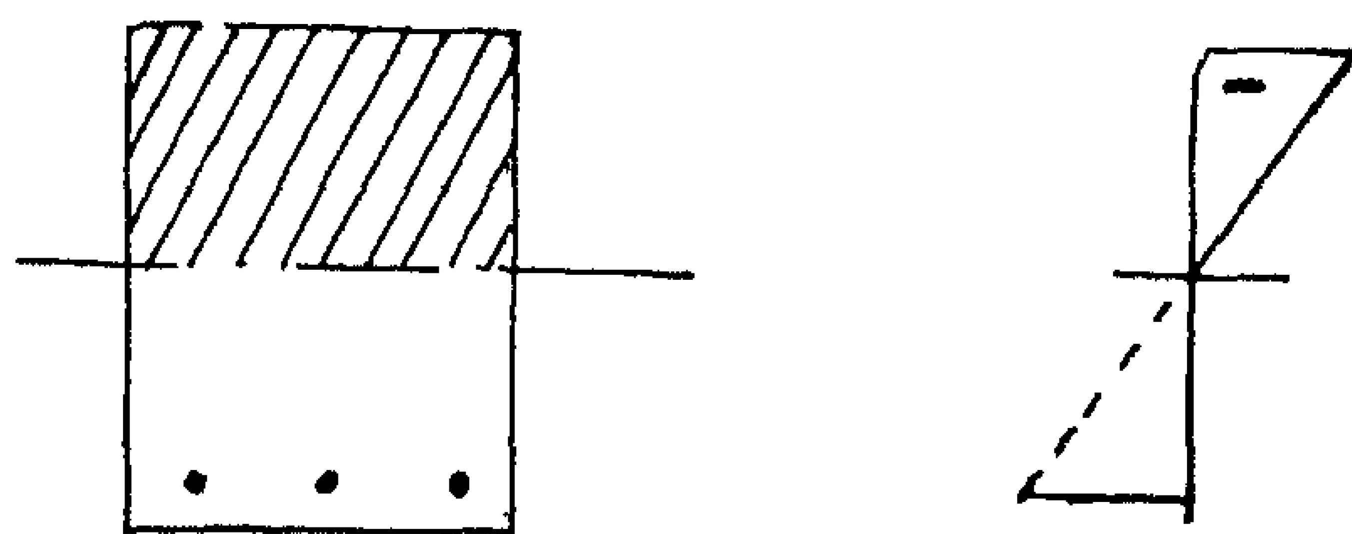


Fig. (1)

Ordinary stress distribution.

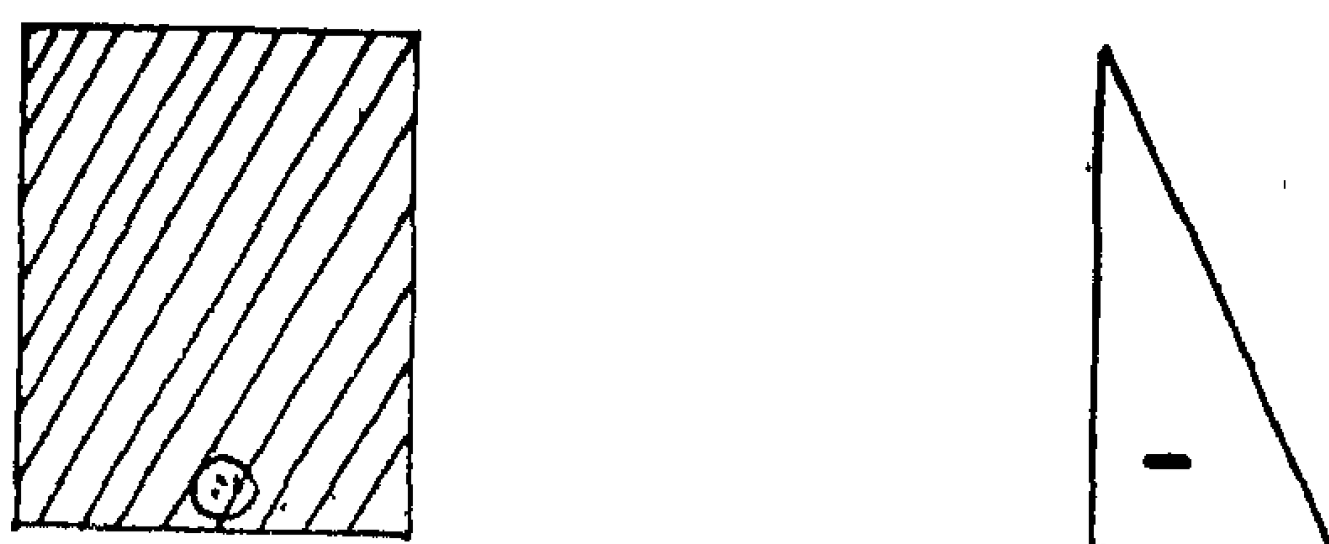


Fig. (2)

Effect of pre-stressing.

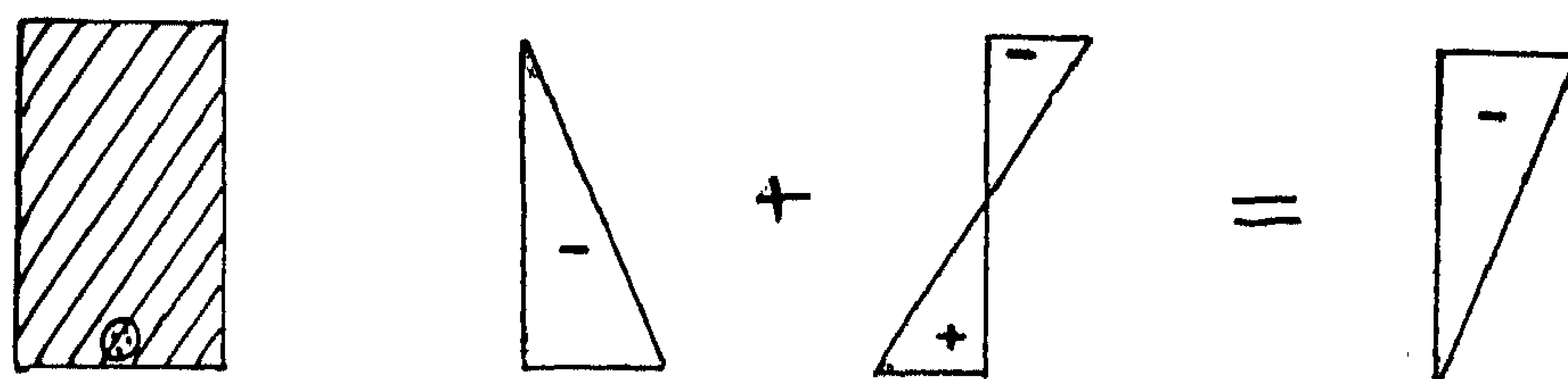


Fig. (3)

Final stress distribution.

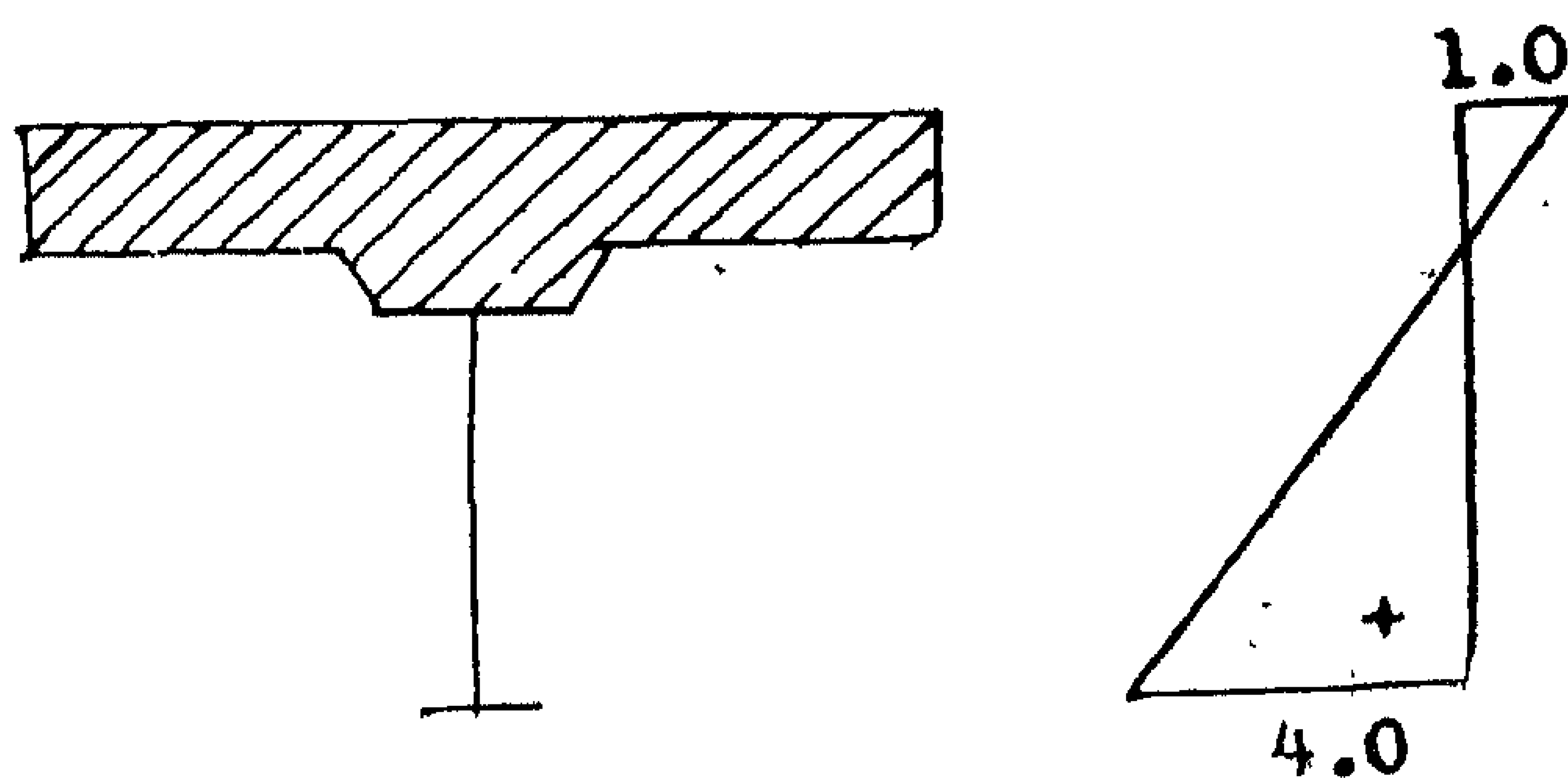


Fig. (4)

Stress distribution in composite sections.

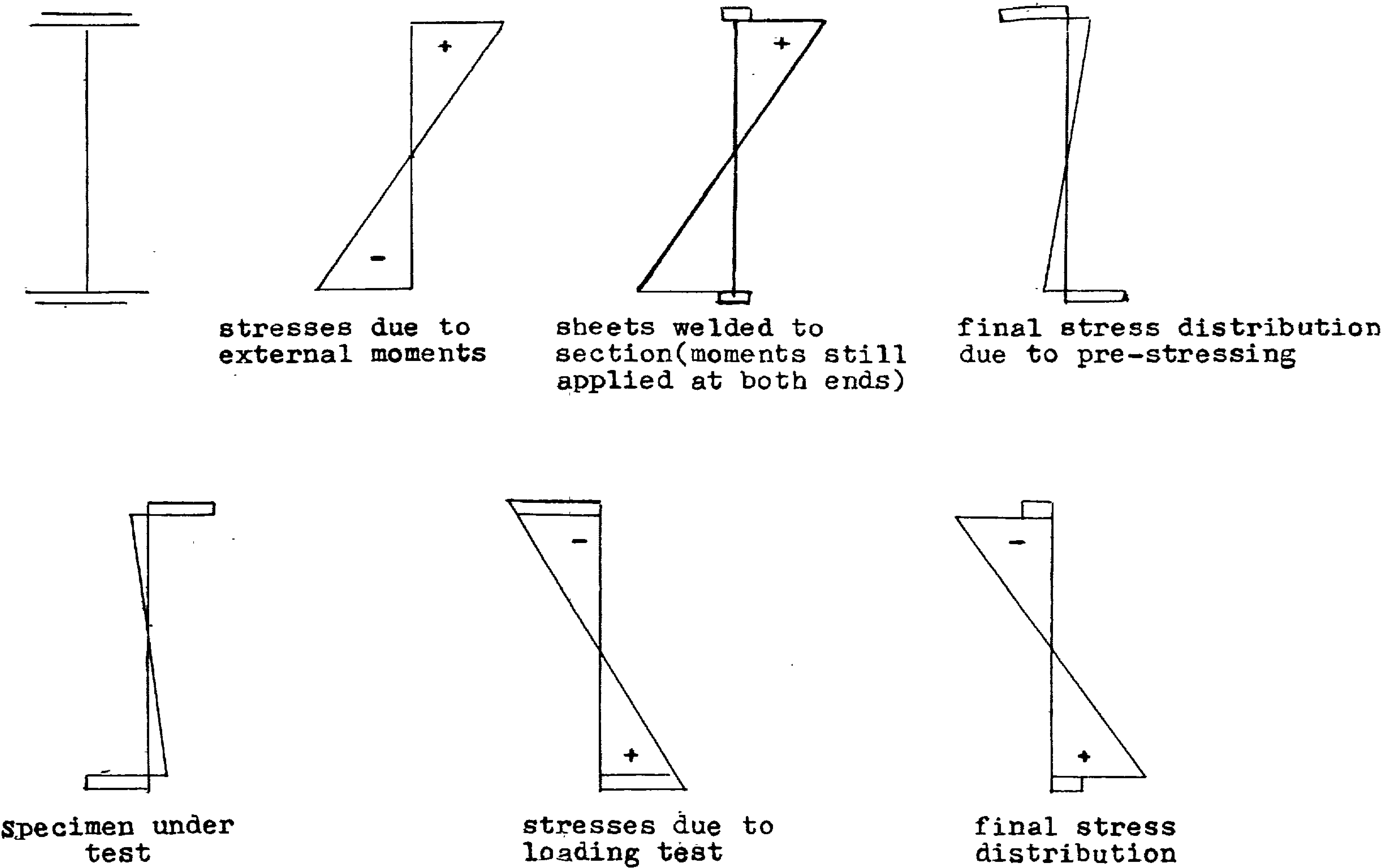

+
-
stresses due to
external moments
sheets welded to
section(moments still
applied at both ends)
final stress distribution
due to pre-stressing
Specimen under
test
stresses due to
loading test
final stress
distribution

Fig. A

INVESTIGATION ON PRE-STRESSING OF COMPOSITE SECTIONS

By

ELSAYED ELBADAWY ABDELMIGID
B.Sc. MSc. Tech., Ph.D.

SUMMARY

Pre-Stressing is an Engineering Method to optemise the design of structures.

Pre-Stressing of concrete is efficient in most cases while for symmetrical steel sections it makes results worse. For combined sections, it gives the most economical design and the optimum weight.

INTRODUCTION

Two years ago, a study on pre-stressing of steel sections have been made in the strength of materials laboratory, Cairo University. Tests were made on prestressed S.I.B. section No. 12 with one meter span. Pre-stressing have been reached by applying moments at both ends while sheets of the same metal were welded on each side of the stressed beam.

After weld, the external moments were released and accordingly the top sheet became under compression while the bottom sheet became under tension (see Fig. A).

During bending test, the specimen placed upside down hoping that the pre-stressing tension (on the top fibers) and the pre-stressing compression (on the bottom fibers) will help the final stress under loading, results are completely discouraging and reasons were explained in Fig. (A).

A sceond go have been tried in the summer of 1969 by using the idea of pre-stressing in the design of composite sections which becomes the subject of this paper.

It will be more useful if the general idea of pre-stressing is firstly decleared.

PRE-STRESSING

A simply supported reinforced concrete beam under uniform distributed load is a good example to visualise the phenomenon of pre-stressing. Suppose the R.C. cross section is as shown in Fig. (1). For the given stress distribution, it can be realised that half of the section (which is in compression) is only in use.

The lower half is not taken into the analysis as far as the concrete has a negligible tensile stress. The steel reinforcement in this case carries the total tensile force. This shows that the theoretical effeciency of the section is only 50%.

To make a better use of the section, the distribution of stresses given in Fig. (1) should be changed. A pre-stressing method is used to produce initial compression on the section. An idealised distribution of stresses due to pre-stressing is a triangular shown in Fig. (2).

* Lecturer, Faculty of Engineering, Cairo University.

only at improved power factors close to unity. At lower power factors, the synchronous motors, in this case, may badly affect the steady state stability of the load centre (Fig. 3 curve for $X_d = 2{,}0$). For the case of $X_d = 2{,}0$ the synchronous motors, in our case, will lose their stable operation at p.f. nearly equal to 0,85. Moreover, it was found that the steady state stability voltage limit is very slightly affected by the saliency of the synchronous motors.

CONCLUSIONS

1. The use of shunt capacitors for power factor improvement has a bad effect upon the steady state stability of the load centres.

2. The compensation of reactive power by operating synchronous motors overexcited enhances the steady state stability of the load centres. This effect is salient when large synchronous motors are equipped with AVR.

3. The steady state stability of load centres is better for strong supply systems, i.e. higher short circuit powers.

4. The use of AVR in power stations is essential to help the stability limits of the loads.

REFERENCES

1. Leon Madjar. Der Leistungsfactor COS Φ In Russian. Gosenergoizdat, Moscow, 1961.

2. Instructions for increasing the power factor of Load Centres. Gosenergoizat, Moscow, 1955.

3 Litvak L.V. Optimum compensation of reactive power at load centres. Gosenergoizdat, Moscow, 1963.

4. Markovitsh E.M. and Sovalov S.A. About the practical criteria of steady state stability. Electrichestvo, 1945, No. 3.

to cos $\Psi_n = 1,0$ has a bad effect upon the steady state stability of the load centre, since it decreases the margin of the allowable voltage drop. On the other hand, the use of synchronous motors to improve the resultant power factor to cos $\Psi_L = 1,0$ enhances the steady state stability of the load centre (Curve 3). Using shunt capacitors the reactive power compensation decreases with the drop of supply voltage, while the reverse is true in case of synchronous motors.

It is clear from Fig. 2 that the steady state stability of load centres is better for higher values of short circuit power of the supply system.

The effect of the initial power factor upon the steady state stability of the load centre was also investigated. It was found that the improvement of the power factor from 0,9 to 1,0 by using shunt capacitors, increases the steady state stability voltage limit from 0,77 to 0,83 (Fig. 3 dotted curve). On the other hand, it was found that the equivalent reactance of the synchronous motors used to improve the power factor has a big effect upon the steady state stability of the load centre. When the synchronous motors are equipped with automatic voltage regulators, the equivalent reactance will be in the order of 0,5 ÷ 1,0 and approximately equals the transient reactance. In this case, the steady state stability of the load centre is greatly improved and the initial power factor has a small effect upon the voltage limit (Fig. 3 curves for $X_d' = 0,5$ and 1,0). However, if the synchronous motors are not equipped with AVR, they may enhance the steady state stability of the load centre

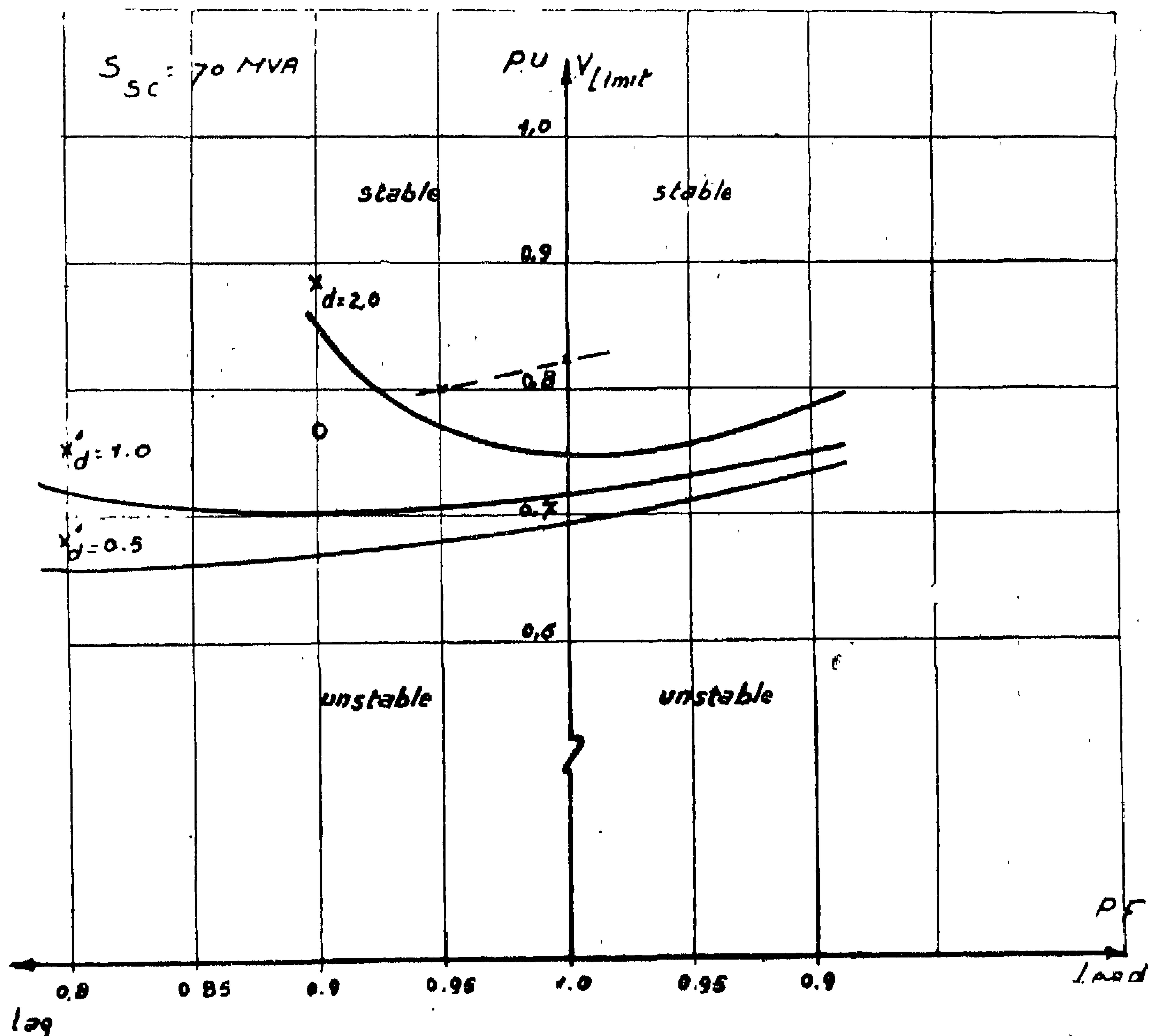


Fig. 3. — Steady state stability voltage limit versus the power factor of the load centre.
For induction motors only.
P.F. improved by shunt capacitors.
50% of load is I.M. and 50% is S.M. with different reactances.

V for a line length equal to 30 KM. It could be seen, that if the generators of the power station are not equipped with automatic voltage regulators, steady state stability of the load centre could not be maintained even at nominal voltage. On the other hand, the presence of proportional type AVR secures the steady state stability of the load centre even at lower supply voltage having, in this case, a limiting value of 0,77 in p.u. of its nominal value. It was found, that the voltage limit increases with line length. It should be noted, that the same results were obtained by using the criterion $\frac{dE}{dV} \geqslant 0$.

In interconnected power systems, it may be more suitable to investigate the steady state voltage limit as a function of the short circuit power of the system, which could be determined, in this case, as :

$$S_{s.c.} = \frac{V_n^2}{Z_s}$$

Where V_n — the nominal supply voltage;

Z_s — the system input impedance as viewed from the supply busbar and determined with the generators represented by their transient reactances.

Fig. (2) illustrates the variation of the steady state stability voltage limit with the system short circuit power. Curve 1 shows the voltage limit of a load centre composed of only induction motors with natural power factor of 0,9. Curve 2 indicates that the use of shunt capacitors to improve the power factor

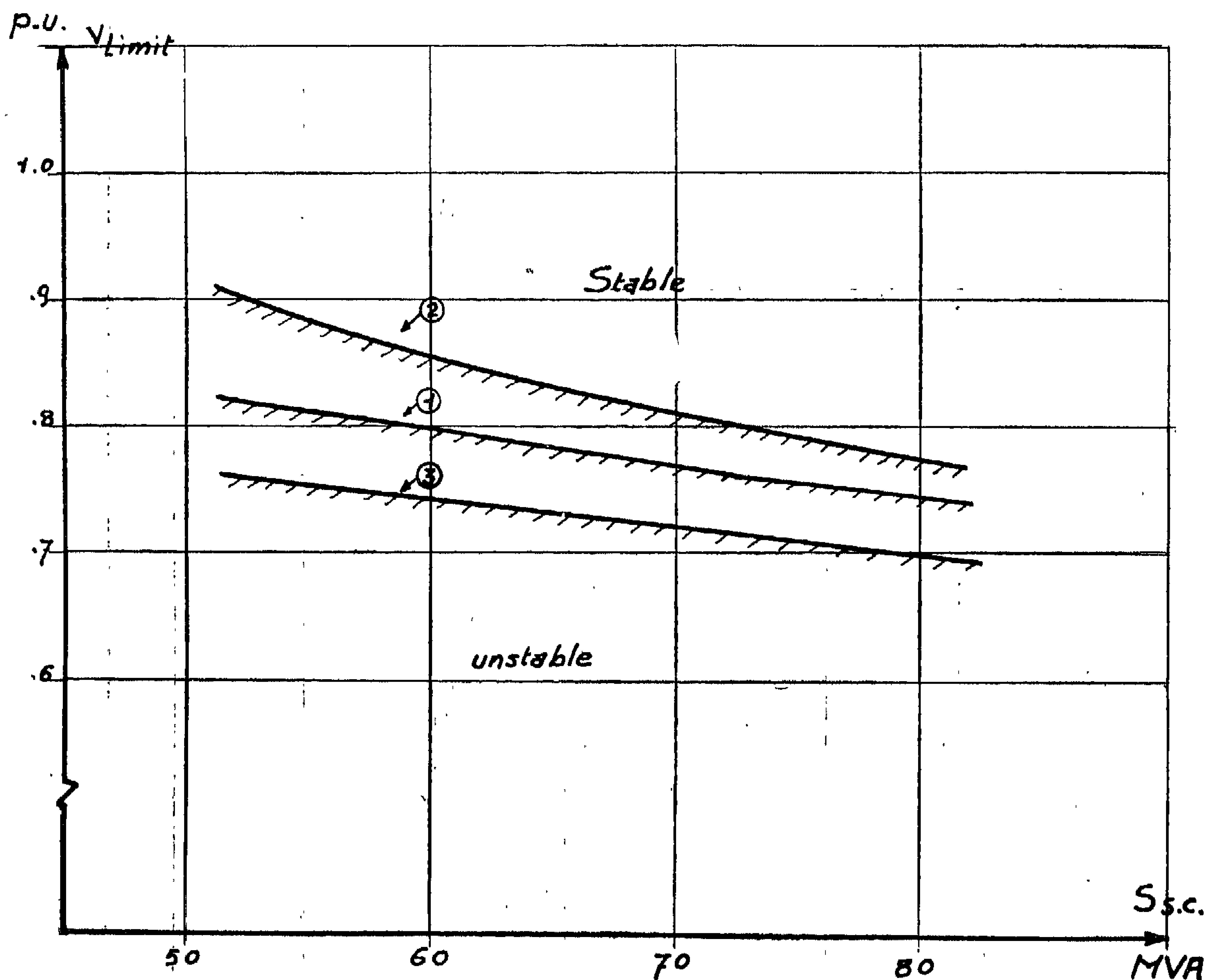


Fig. 2 — Variation of the Steady State Stability Voltage Limit with the System Short Circuit Power.

STEADY STATE STABILITY LIMITS OF LOAD CENTRES

To investigate the steady state stability limits numerical calculations were carried out for a 37 MW load centre consisting mainly of induction motors supplied through a 66 KV T.L. from a power station of approximately the same rating. The criterion $\frac{d \Delta Q}{d V}$ was applied. It should be noted, that ΔQ is the difference between the supply reactive power Q_G and that of the load Q_L, resulting from a deviation in the supply voltage V.

Fig. (1) illustrates the variation of the reactive power ΔQ with the supply voltage

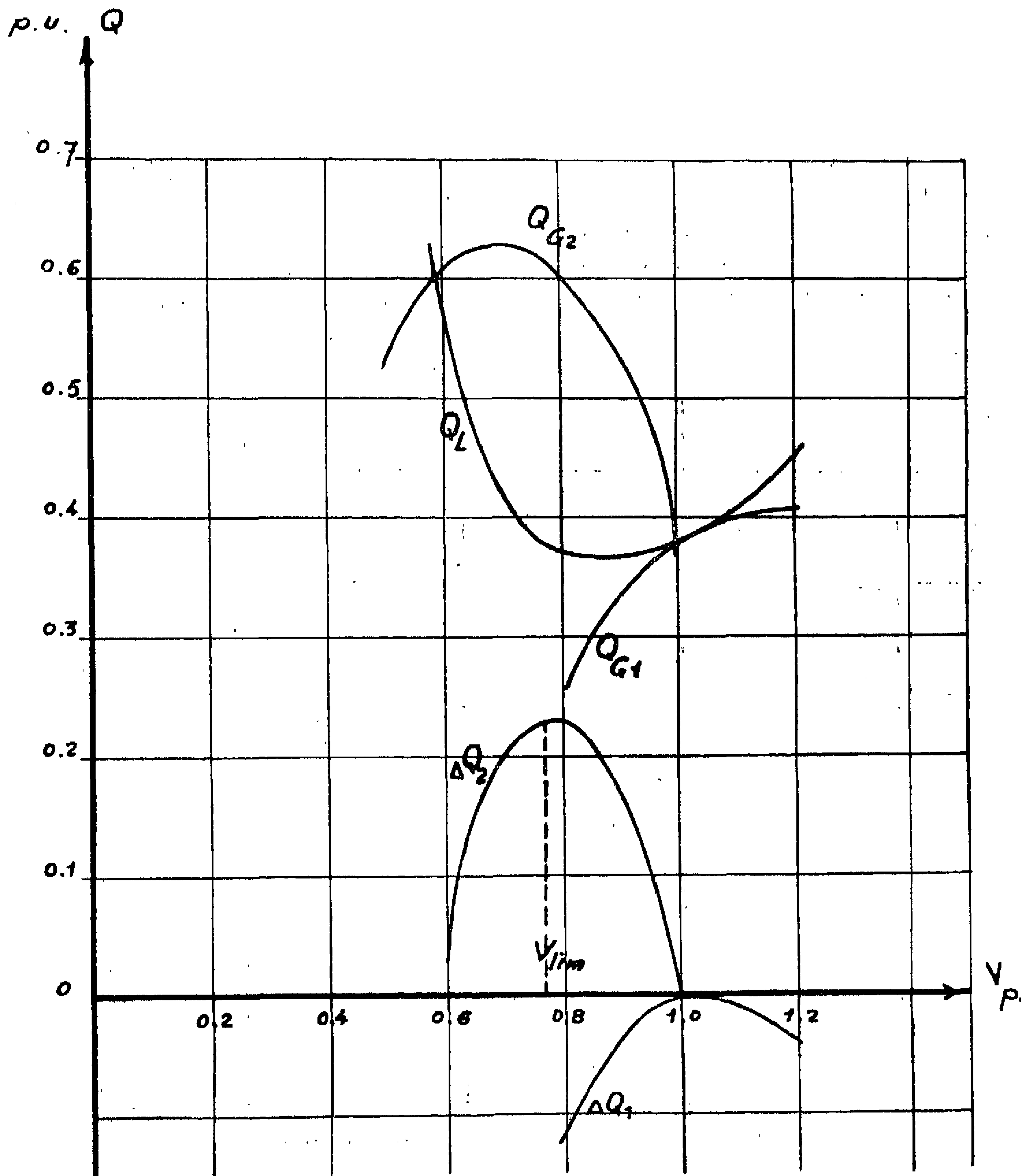


Fig. 1. — Variation of Reactive Power with the Supply Voltage.

STEADY STATE STABILITY OF LOAD CENTRES AS AFFECTED BY POWER FACTOR IMPROVING FACILITIES

By

Dr. HAMDI M. EL-SHAIR
Head of Network Analysis Centre,
Electricity General Corporation

Eng. YEHYA ABU-ALAM
Network Analysis Centre,
Electricity General Corporation

INTRODUCTION

In order to minimise the energy losses in power systems, as well as, to increase the capability of the transmission and distribution networks, it is a common practice to operate load centres at a satisfactory power factor. The natural power factors of some of load centres may reach a value lower than 0,5 [1].

Practically all the Authorities, dealing with supply of electric power, determine the price of the energy unit at a specified value of power factor, usually 0,92 ÷ 0,9. Moreover, if a customer consumes energy at a better power factor, he gets a certain contracted bonus on the other hand, penalty [2].

To improve the power factor of the load centres, beside the suitable choice of the ratings of the motors and supply transformers, there are three main methods [3], namely :

a. by the use of synchronous condensers, usually installed at main substations;
b. by installing shunt capacitors at the supply busbar of the load centre;
c. by operating synchronous motors, if available, overexcited to supply reactive power.

The use of synchronous condensers in power systems was the subject of numerous investigations, which ascertained that they enhance the steady state stability of the whole system.

The effect of shunt capacitors and synchronous motors upon the steady state stability of load centres will be the subject of this paper.

STEADY STATE STABILITY CRITERIA

The general attack to study the steady state stability of any dynamic system is based based upon the analysis of the roots of the characteristic equation, obtained by applying the method of small oscillations to the differential equations of the system under study. For systems, in which self-hunting phenomenon is excluded, it is possible to apply some practical criteria to determine the steady state stability limits.

It was found, that the practical criteria

$$\frac{d \Delta Q}{d V} \leqslant o; \quad \frac{d E}{d V} \geqslant o; \quad \frac{d P}{d s} \geqq o,$$

could be applied in power systems, to indicate the steady state stability of load centres [4]. Moreover, the application of these criteria show, that the steady state stability limit of load centres is practically the same.

BIBLIOGRAPHY

1) "Centrifugal and axial flow pumps", by A. J. Stepanoff, John Wiley and Sons, Inc., N.Y., 1948.

2) "Some NACA research on centrifugal compressors", by I. A. Johnson and A. Ginsburg, Trans. A.S.M.E., Vol. 75, No. 5 1953, p. 805.

3) "Some aerodynamic investigations in centrifugal impellers" by J. T. Hamrick, Trans. A.S.M.E., Vol. 78. No, 3, 1956 p, 603.

4) "The flow through centrifugal compressors and pumps", by H. E. Sheets, Trans. A.S.M.E., Vol. 72, 1950, p. 1000.

5) "Effects of Impeller Design and Surface Roughness on the performance of Centrifugal Pumps", by F.A. Varley, Proceedings of I.M.E., Vol. 175, No. 21, 1961.

6) "Potential Flow through Centrifugal Pumps and Turbines" by E. Sorensen, N.A.C.A., TM No. 973, 1941.

7) "Some Theoretical Aerodynamic Investigations of Impellers in Radial and Mixed Flow Centrifugal Compressors", by J.D. Stanitz, Trans. A.S.M.E., Vol. 74 1952, p. 493

8) "Des Forderhohenverhaltnis radialer Krieselpumpen mit logarithmischspiralig- G.F. Wislicenus, McGraw-Hill Book Co., en schaufeln", by A. Busemann, Z. angew. Math. Mech., Vol. 8, 1928; p. 372.

9) "Fluid Mechanics of Turbomachinery", by Inc., New York, 1947.

10) "An experimental and theoretical investigation of two dimensional centrifugal-pump impellers", by A.J. Acosta, Trans. A.S.M.E., Vol. 76, 1954, p. 749.

11) "A contribution to the Problem of Designing Radial Turbomachines", by OE. Balje, Trans. A.S.M.E., Vol. 74, 1952, p. 451,

12) "On the Exit velocity and Slip Coefficient of Flow at the Outlet of the Centrifugal Pump Impeller, by T. Kasai, Mem. Fac. Engn. Kyushn, Vol. 8, p. 1, 1936.

13) "Experimental Determinations of the Flow Characteristics in the Volutes of Centrifugal Pumps", by R.C. Binder and R.T. Knapp, Trans. A.S.M.E., Vol, 58, p, 649, 1936.

For backward curred blades :

$$G_{d(1-m)} = \frac{W_{1d} - W_{md}}{\ell/2}$$

$$= N.\frac{24}{\theta}\;\frac{\epsilon(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2}\left\{\sec\beta_1\left(\frac{2}{2-\frac{a_1}{R}+\frac{a_1^2}{3R^2}}\right)\right.$$

$$-\frac{2\pi}{Z}\sin\beta_1\left(\frac{2-\frac{2}{3}\frac{a_1}{R}}{2-\frac{a_1}{R}+\frac{a_1^2}{3R^2}}\right)-\frac{\lambda_m\tan\beta_1}{\sin\beta_m}\left(\frac{2}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)$$

$$\left.+\frac{\pi}{Z}\left(\frac{1+\epsilon}{\epsilon}\right)\sin\beta_m\left(\frac{2-\frac{2}{3}\frac{a_m}{R}}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)\right\}$$

$$G_{t(m-2)} = \frac{W_{mt}-W_{2t}}{\ell/2} = N.\frac{24}{\theta}\;\frac{\epsilon(\cos\beta_2-\epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2}$$

$$\left\{\frac{\lambda_m\tan\beta_1}{\sin\beta_m}\left(\frac{2-\frac{2a_m}{R}+\frac{a_m^2}{R^2}}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)+\frac{\pi}{Z}\left(\frac{1+\epsilon}{\epsilon}\right)\sin\beta_m\left(\frac{2-\frac{4}{3}\frac{a_m}{R}}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)\right.$$

$$\left.-\frac{\lambda_m\tan\beta_1}{\sin\alpha_2}\left(\frac{2-\frac{2a_2}{R}+\frac{a_2^2}{R^2}}{2-\frac{a_2}{R}+\frac{a_2^2}{3R^2}}\right)-\frac{2\pi}{\epsilon Z}\sin\alpha_2\left(\frac{2-\frac{4}{3}\frac{a_2}{R}}{2-\frac{a_2}{R}+\frac{a_2^2}{3R^2}}\right)\right\}\quad\cdots(9)$$

For forward curved blades

$$G_{d(1-m)} = N.\frac{24}{\theta}\;\frac{\epsilon(\cos\beta_2-\epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2}\left\{\sec\beta_1\left(\frac{2-\frac{2a_1}{R}+\frac{a_1^2}{R^2}}{2-\frac{a_1}{R}+\frac{a_1^2}{3R^2}}\right)\right.$$

$$-\frac{2\pi}{Z}\sin\beta_1\left(\frac{2-\frac{4}{3}\frac{a_1}{R}}{2-\frac{a_1}{R}+\frac{a_1^2}{3R^2}}\right)-\frac{\lambda_m\tan\beta_1}{\sin\beta_m}\left(\frac{2-\frac{2a_m}{R}+\frac{a_m^2}{R^2}}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)$$

$$\left.+\frac{\pi}{Z}\left(\frac{1+\epsilon}{\epsilon}\right)\sin\beta_m\left(\frac{2-\frac{4}{3}\frac{a_m}{R}}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)\right\}$$

$$G_{t(m-2)} = N.\frac{24}{\theta}\;\frac{\epsilon(\cos\beta_2-\epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2}\left\{\frac{\lambda_m\tan\beta_1}{\sin\beta_m}\left(\frac{2}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)\right.$$

$$+\frac{\pi}{Z}\left(\frac{1+\epsilon}{\epsilon}\right)\sin\beta_m\left(\frac{2-\frac{2}{3}\frac{a_m}{R}}{2-\frac{a_m}{R}+\frac{a_m^2}{3R^2}}\right)-\frac{\lambda_m\tan\beta_1}{\sin\alpha_2}\left(\frac{2}{2-\frac{a_2}{R}+\frac{a_2^2}{3R^2}}\right)$$

$$\left.-\frac{2\pi}{\epsilon Z}\sin\alpha_2\left(\frac{2-\frac{2}{3}\frac{a_2}{R}}{2-\frac{a_2}{R}+\frac{a_2^2}{3R^2}}\right)\right\}\quad\cdots\cdots(10)$$

The values of α_1 were taken from Busemann's results[(8),(9)] Cince the values of G are dependent on the speed of impeller N, which is an external duty variable (not an internal design variable), values of $\frac{G}{N}$ or $\frac{G'}{30\,\omega/\pi}$ are calculated and drawn in figures.

It must be borne in mind that the above equations are only valid for the idealized velocity distribution, in which the very large velocity variations occuring at the inlet and outlet tips of the blades are neglected. Even through these great decelerations might cause some losses and even separation of boundary layer, especially at the outlet tip of blades, they only contribute to the amount of losses inside impeller passages to a small degree, as they extend over a very short distance of the blade surfaces.

Assuming that the maximum relative velocity on the trailing face and the minimum velocity on the driving face occur at a station near the mean diameter of impeller D_m defined as $D_m = \frac{D_1 + D_2}{2}$ calculation of values of relative velocity at this station was carried out taking the following assumptions into account :

$$a_m = \frac{2\pi r_m}{Z} \sin\beta_m ,$$

$$\frac{a_m}{R} = \frac{2\pi}{Z} (\epsilon + 1) \sin\beta_m \frac{(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2} \quad . \; . \; . \; . \; (7)$$

$$\text{and } C_m = \lambda_m C_{m_1} = \frac{\lambda_m}{\eta} \frac{\omega D_1 \tan\beta_1}{\sin\beta_m}$$

Further, as it is established that deviation of fluid angle from blade angle does not occur but in the part of the passage near the outlet end, the fluid angle at D_m was assumed to be equal to the blade angle β_m at this radius, hence β_m was calculated from the following analytical relation :

$$\frac{1+\epsilon}{2}\cos\beta_m \left\{ \frac{1}{\left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2 - \epsilon^2} - \frac{1}{1-\left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2} \right\} = \frac{\cos\beta_2}{1-\left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2} + \frac{\cos\beta_1}{\left(\frac{1+\epsilon}{2}\right)^2 - \epsilon^2} \quad . \; . \; (8)$$

Substituting the above relations 7 and 8, the velocity gradients $G_{d(1-m)}$ and $G_{t(m-2)}$ were calculated as follows :—

---

* θ is calculated from the following analytical relations :—

For B curved blade . $\cos\theta\left\{\frac{D_1 D_2}{R^2}\cos(\beta_2-\beta_1)-1\right\} - \sin\theta\left\{\frac{D_1 D_2}{R^2}\sin(\beta_2-\beta_1)\right\} = \frac{1}{2}\left(\frac{D_1^2}{R^2}+\frac{D_2^2}{R^2}\right)-1$

For F. „ „ : $\cos\theta\left\{\frac{D_1 D_2}{R^2}\cos(\beta_2-\beta_1)-1\right\} + \sin\theta\left\{\frac{D_1 D_2}{R^2}\sin(\beta_2-\beta_1)\right\} = \frac{1}{2}\left(\frac{D_1^2}{R^2}+\frac{D_2^2}{R^2}\right)-1$

$$G_d = N \cdot \frac{12}{\theta} \, \frac{\epsilon(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2} \left\{ \sec\beta_1 \left(\frac{2}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{2\pi}{Z} \sin\beta_1 \left(\frac{2 - \frac{2}{3}\frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda \tan\beta_1}{\sin\alpha_2} \left(\frac{2}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) + \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin\alpha_2 \left(\frac{2 - \frac{2}{3}\frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\}$$

$$G_t = N \frac{12}{\theta} \, \frac{\epsilon(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2} \left\{ \sec\beta_1 \left(\frac{2 - 2\frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{R^2}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) + \frac{2\pi}{Z} \sin\beta_1 \left(\frac{2 - \frac{4}{3}\frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda \tan\beta_1}{\sin\alpha_2} \left(\frac{2 - \frac{2a_2}{R} + \frac{a_2^2}{R^2}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) - \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin\alpha_2 \left(\frac{2 - \frac{4}{3}\frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\} \quad \ldots\ldots(5)$$

and for forward curved blades

$$G_d = N \frac{12}{\theta} \, \frac{\epsilon(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2} \left\{ \sec\beta_1 \left(\frac{2 - 2\frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{R^2}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{2\pi}{Z} \sin\beta_1 \left(\frac{2 - \frac{4}{3}\frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) \frac{\lambda \tan\beta_1}{\sin\alpha_2} \left(\frac{2 - 2\frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{R^2}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) + \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin\alpha_2 \left(\frac{2 - \frac{4}{3}\frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\}$$

and $$G_t = N \frac{12}{\theta} \, \frac{\epsilon(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2} \left\{ \sec\beta_1 \left(\frac{2}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) + \frac{2\pi}{Z} \sin\beta_1 \left(\frac{2 - \frac{2}{3}\frac{a_1}{R}}{2 - \frac{a_1}{R} + \frac{a_1^2}{3R^2}} \right) - \frac{\lambda \tan\beta_1}{\sin\alpha_2} \left(\frac{2}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) - \frac{2\pi}{\epsilon Z} \sin\alpha_2 \left(\frac{2 - \frac{2}{3}\frac{a_2}{R}}{2 - \frac{a_2}{R} + \frac{a_2^2}{3R^2}} \right) \right\} \quad \ldots\ldots(6)$$

where w_{av} is the average relative velocity at the section considered, defined as $w_{av} = \frac{Q}{a.b}$, where b is the height of the passage between two blades, a is the distance between two blades normal to flow lines, and R is the blade radius of curvature assuming that the radius of curvature of the streamlines is approximately equal to blade radius of cuvature for each line orthogonal to the flow lines.

According to Sheets, these fomulae apply only for the center section of the impeller passages, while for inlet and outlet sections two other flow functions must be added to the solution in order that the infinite velocity at the edges caused by the through flow is neutralised.

However, as Sheets noted that the end effects extend only to a small distance both at inlet and outlet (outlet end effect extends $a_2/2$ from outlet end and inlet end effect extends to $a_1/2$), it is assumed in the following calculation that these regions are so small that the above equations apply to stations very near to inlet and outlet ends. This is plausible since we are interested in finding velocity average gradients along the whole blade surfaces or over a long portion of it rather than the exact value of the velocity at a certain point.

Adopting this assumption, together with the following approximate relations (refer to the triangles in Fig. 1).

$$a_2 = \frac{\pi D_2}{z} \sin \beta_2 \quad , \quad a_1 = \frac{\pi D_1}{z} \sin \beta_1$$

and as the blades are circular-arced, we have

Hence
$$R = \frac{r_2^2 - r_1^2}{2(r_2 \cos\beta_2 - r_1 \cos\beta_1)}$$

$$\frac{a_2}{R} = \frac{4\pi}{z} \sin\beta_2 \frac{(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2},$$

$$\frac{a_1}{R} = \frac{4\pi}{z} \epsilon \sin\beta_1 \frac{(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2} \quad \ldots (3)$$

$$\frac{r_1}{R} = \frac{2\epsilon(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2}$$

and
$$\frac{r_2}{R} = \frac{2(\cos\beta_2 - \epsilon\cos\beta_1)}{1-\epsilon^2} \quad \ldots\ldots (4)$$

Since analysis being restricted to design flow where $\alpha_1 = \beta_1$, the actual average relative velocity at a station very near the outlet end is assumed (as explained later) to be equal to

$$w_2 \text{ av.} = \lambda u_1 \frac{\tan \beta_1}{\sin \alpha_2}$$

and at inlet
$$w_1 \text{ av.} = \frac{u_1}{\cos \beta_1}$$

Substituting these relations with those of equations (3) and (4) into equations (1) and (2) and simplifying, the formulae for the average velocity gradients over the blade surface (defined as follows : $G = \frac{W_1 - W_2}{L}$ where L is the length of the blade and equal to $2\pi R \frac{\Theta}{360}$, Θ being the blade comber angle) will be as follows :

For backward curred blades :

of the results gave a reasonable value of overall efficiency (56 %, at $\beta_2 = 98°$ and $\beta_1 = 30°$) but calculated hydraulic efficiency turned out to be 68.1% only. $G_{d(1-m)}$ in this case equalled 0.217. This test shows that comparison between different tests should not be judged on the basis of overall efficiency, since the changes in the mechanical efficiency might not make the trend in variation of hydraulic efficiency clear.

In conclusion, these tests confirmed the observations noted before in relation to Varley's tests.

CONCLUSION

Inspite of the complex nature of the flow inside centrifugal pump impellers, potential flow techniques are very useful for showing the effect of different design variables and where poor flow conditions are to be expected. Average relative velocity gradient over the driving face (for circular arc blades, in particular) and specially the gradient over the first part of the blade surfaces promises to be a suitable criterion, for at least first approximate estimation of the optimum values of different design variables and effect of these variables on hydraulic losses inside impeller passages.

Tests on several impellers of widely different shapes (and preferably without volute casings to separate the losses inside casing from losses inside impeller) should be carried to establish the exact range of values of optimum $G_{d(1-m)}$ and their relation with the magnitude of hydraulic losses.

APPENDIX

Sheets (4) gave the following formulae for the value of relative velocity on the driving face w_d and that on the trailing face w_t for both backward and forward curved blades, of radial impellers, as follows :

For backward curved blades :

$$W_d = W_{av.}\left[1+\frac{a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right]-a\,\omega\left[1-\frac{a}{3R}+\frac{a\left(1-\frac{a}{3R}\right)^2}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right]$$

and

$$W_t = W_{av.}\left[1-\frac{a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right]+a\,\omega\left[1-\frac{2a}{3R}+\frac{a\left(1-\frac{a}{3R}\right)\left(1-\frac{2a}{3R}\right)}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right] \quad \cdots (1)$$

and for forward curved blades

$$W_d = W_{av.}\left[1-\frac{a\left(1-\frac{2a}{3R}\right)}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right]-a\,\omega\left[1-\frac{2a}{3R}+\frac{a\left(1-\frac{a}{3R}\right)\left(1-\frac{2a}{3R}\right)}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right]$$

and

$$W_t = W_{av.}\left[1+\frac{a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right]+a\,\omega\left[1-\frac{a}{3R}+\frac{a\left(1-\frac{a}{3R}\right)^2}{2R-a\left(1-\frac{a}{3R}\right)}\right] \quad \cdots (2)$$

two values of β_2 = 45° and 57.5°. Inspite the overall efficiency (56.2%) was slightly lower than that obtained in the first test estimated hydraulic efficiency was much lower (about 73.6% for β_2 = 45°), due to improvement of mechanical efficiency (disc friction loss represented a smaller portion of the large output in this case). The value of $G_{a(1-m)}$ in this case was 0.176.

Another series with greater number of blades (z = 32) and higher value of β_2 were carried and results shown in Fig. 15. Surprisingly, inspite of the large values of β_2 and one

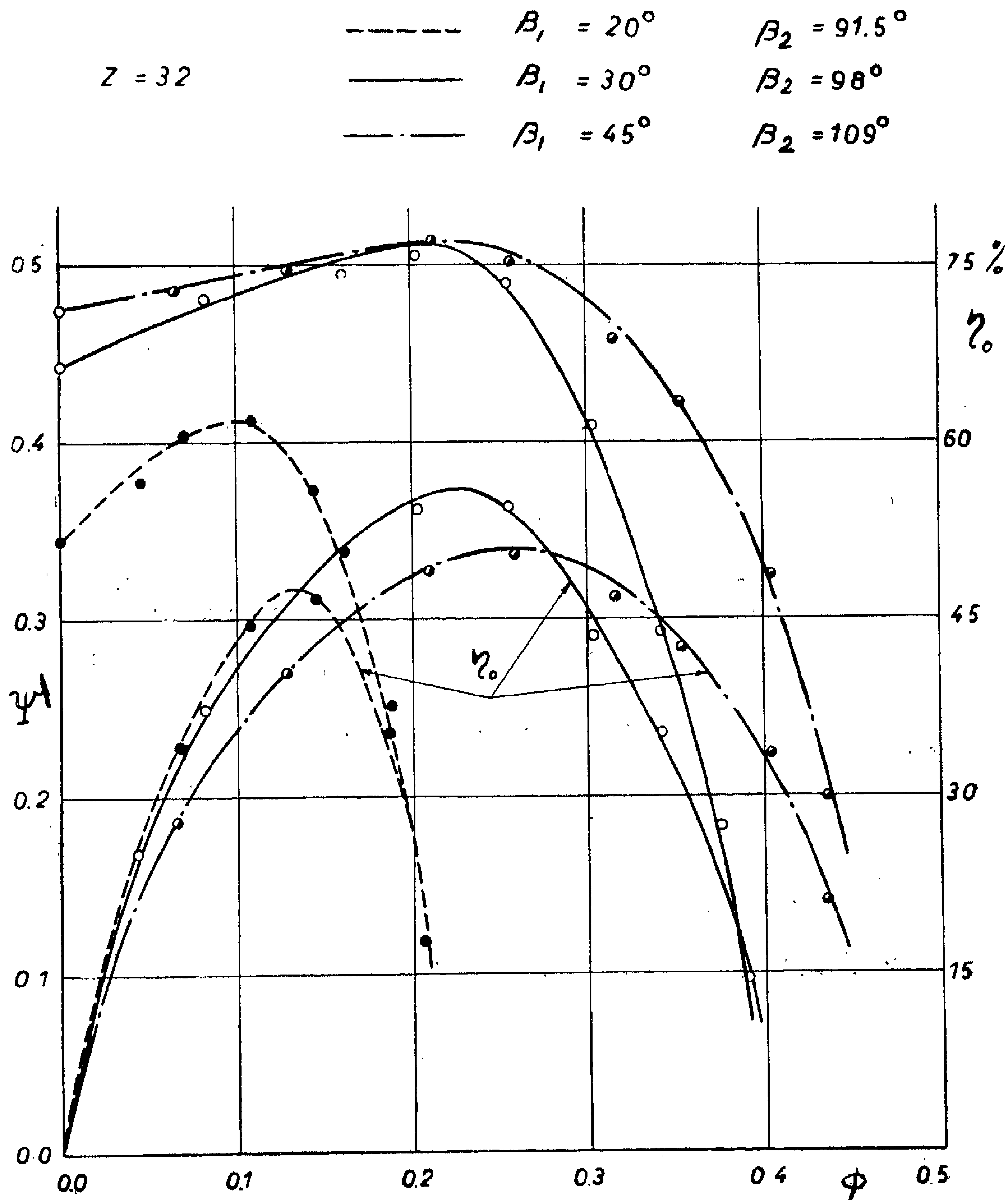


FIG 15 - Overall perfomance of pump

From this table it is clear that the optimum number of blades is approximately eight at $G_{d(1-m)} = 0.064$. However, increasing the number of blades to 16, decreased valued of $G_{d(1-m)}$ slightly but overall and hydraulic efficiency dropped greatly.

Effect of blade outlet angle :

By rotating the blades tested before, around its pins, a series of tests were carried, at different values of β_2 and β_1. These tests showed slight increase of efficiency with increase of β_2, the optimum overall efficiency occured at β_2 between 18 and 35, ($\eta_o = 61.2\%$ and $\eta_h = 88.8\%$) but efficiency started to decrease again at high values of β_2. It must be noted here that in this test both β_2 and β_1 increased (due to rotation of blade) and hence it is difficult to ascertain if the improvement in efficiency is due to increase of β_2 or both β_2 and β_1. Fig. 13 shows the results at $B_2 = 18°$ and $B_1 = 25°$.

Estimated hydraulic efficiency was nearly 88.8 %. Another series of tests were carried using higher number of blades (z = 16). Optimum efficiencies were obtained at $\beta_2 = 30° \rightarrow 45°$. Fig. 14 shows results of tests at

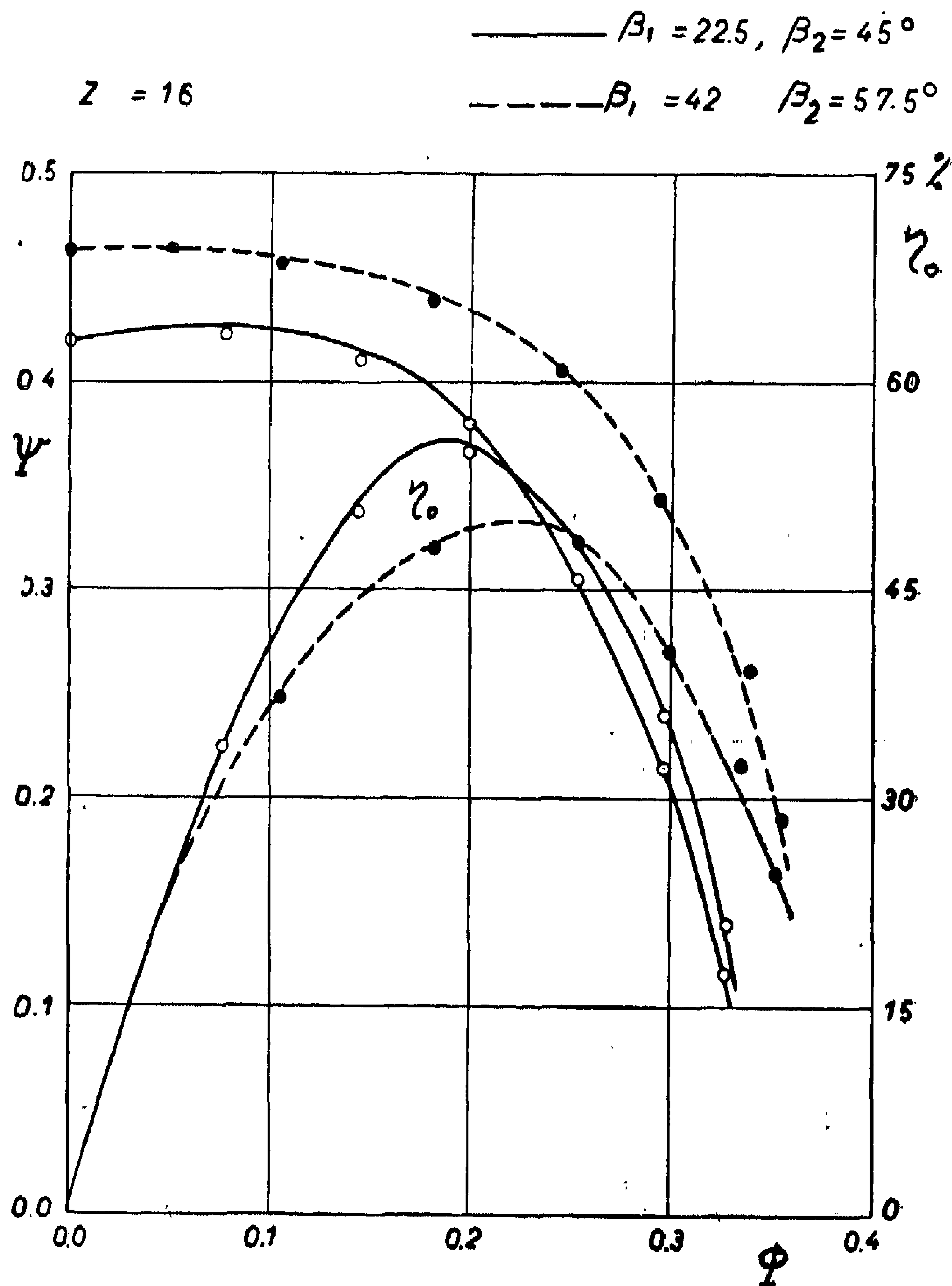


FIG 14- Overall perfomance of pump

Typical experimental results are shown in Figs. 12,13,14 and 15 in dimensionless plotting.

Hydraulic efficiency was estimated at every maximum efficiency point by substracting mechanical, disc friction and leakage losses. Mechanical and disc friction was based on direct measurement of absorbed horsepower, when running the impeller empty of water (the outlet and inlet being closed by soldered strips of metal).

Leakage losses were estimated by the formula of Stepanoff[1] Horsepower lost in disc friction was rather high, probably due to effect of portruding pins holding the blades to hub and shroud.

Summary of the main findings are :

Effect of number of blades :

Summary of the results at best efficiency points (Fig. 12) is given in the following table:

β_2	β_1	z	Overall eff.	Estimated hydraulic eff.	G_d (1-m)
14°	18°	4	47	72.1	0.081
14°	18°	8	59.3	86.4	0.064
14°	18°	16	39.0	58.6	0.056

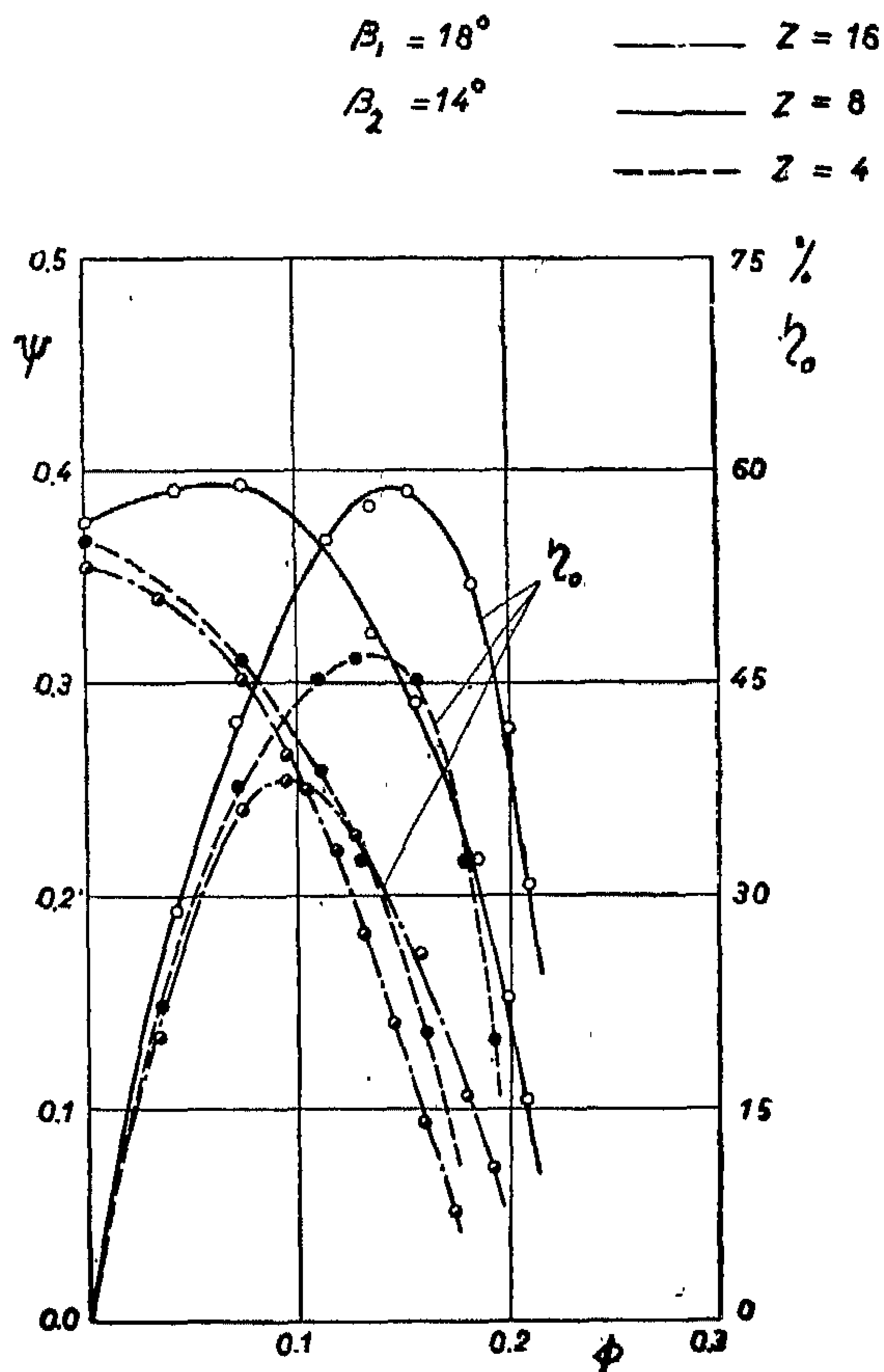


FIG. 12 - Overall perfomance of pump

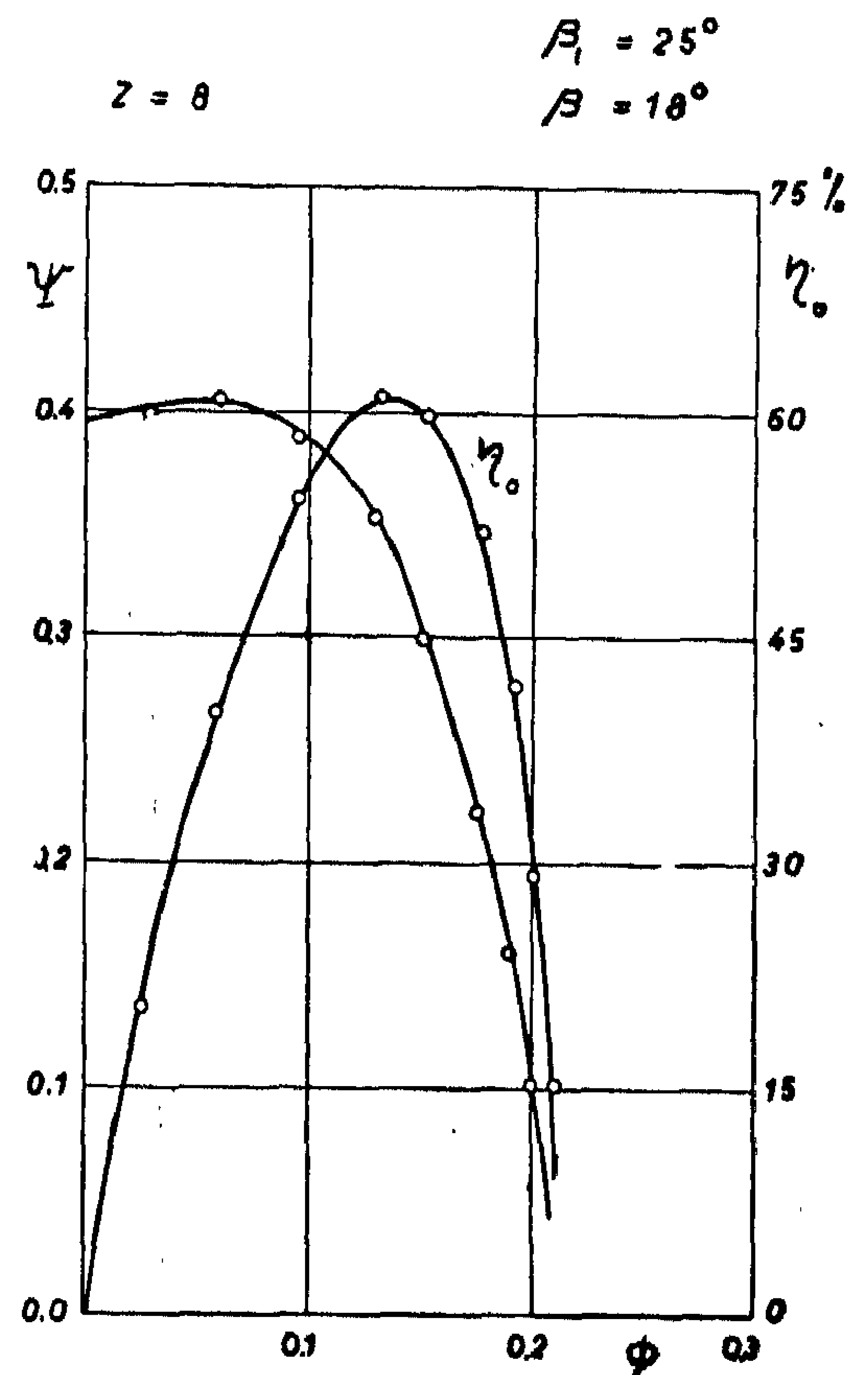


FIG. 13 - Overall perfomance of . pump

A built-up impeller (of separate shroud and hub) of diameter ratio about 0.6 was used with a volute casing of a 4 inches pump. In order to minimise the number of impellers, the impeller was made of a constant width type to allow changing of stagger of blades, to obtain large variation of β_2 and β_1. The blades were rolled to shape (circular arcs) from 1/16 inch brass sheets, each blade fixed to hub and shroud by two small 1/8" inch pins welded to its edges.

Figs, 10 and 11 show sections of impeller and volute casing.

The pump was tested in closed-circuit test-rig, with the open suction tank used as a stilling chamber.

The rate of flow was measured by a calibrated water meter and the total head by a differential mercury manometer. The pumps was driven by a D.C. dynamometer motor and the reaction torque was measured by a calibrated spring balance. Speed of motor was measured by a directly coupled speedometer.

As the number of holes drilled on the shrouds were 32, the possibility of changing the number of blades were four, eight, sixteen and thirty two only, the unused holes were closed during operation.

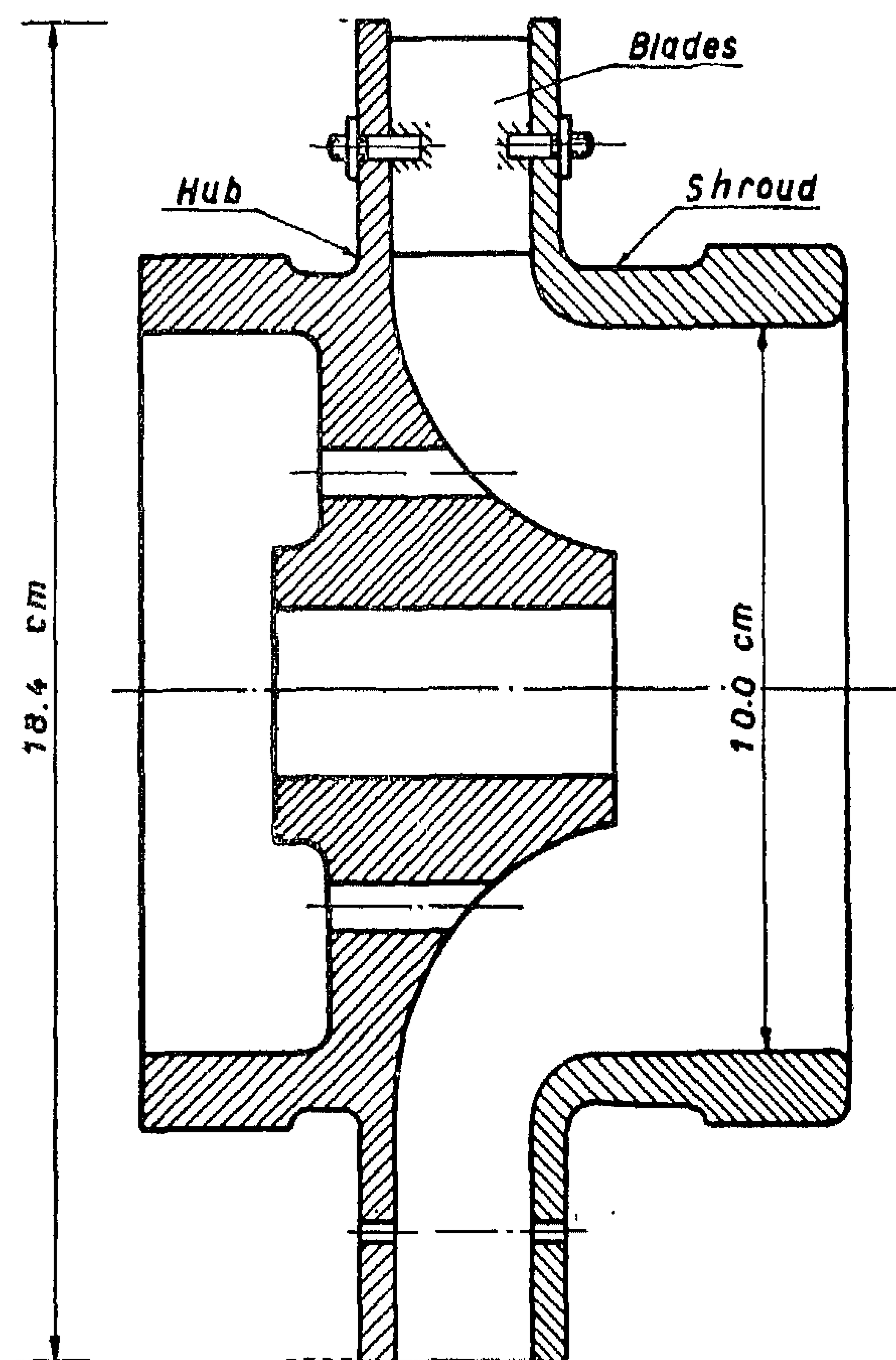
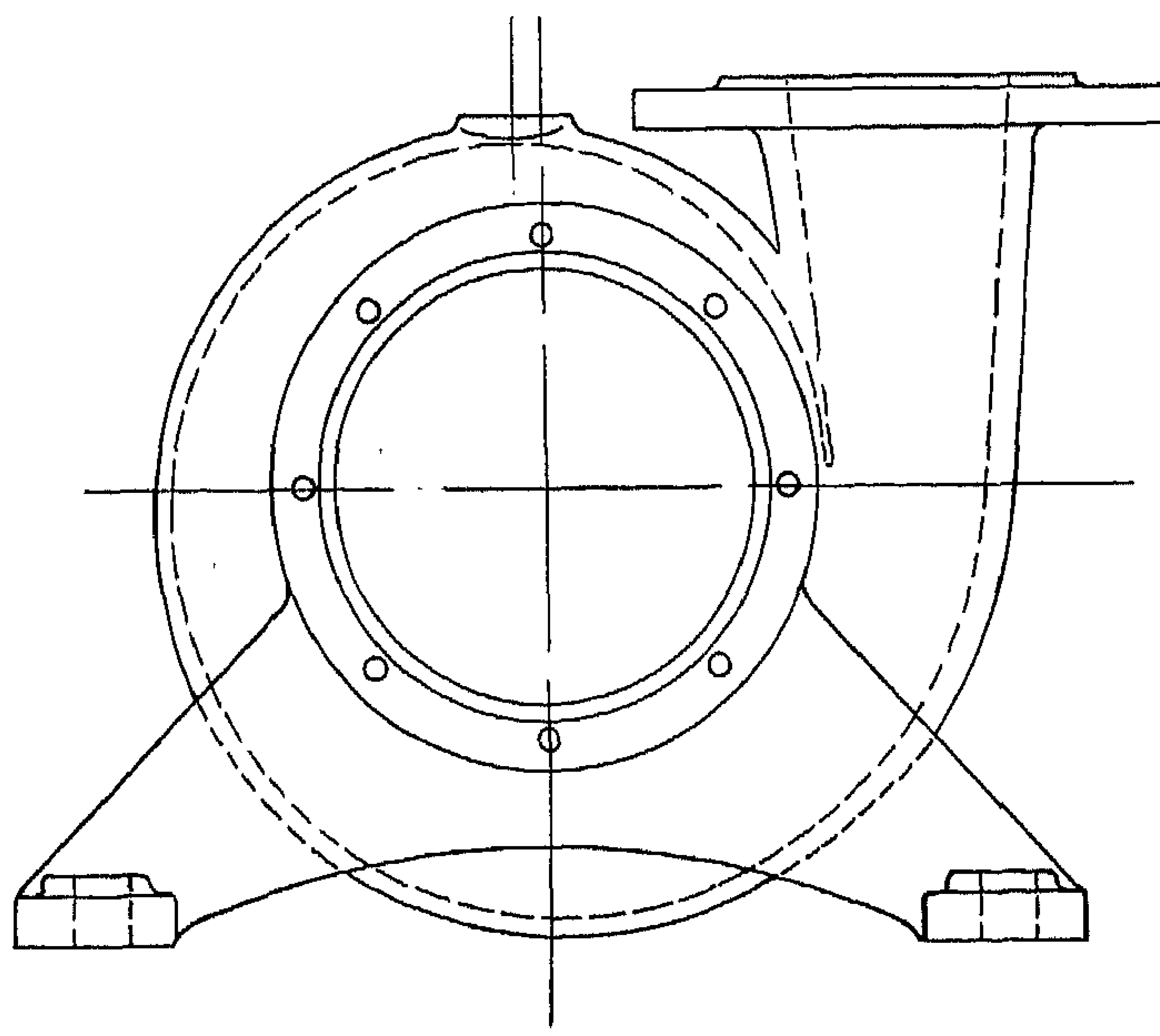


FIG. 10 - Section draw of assembled impeller



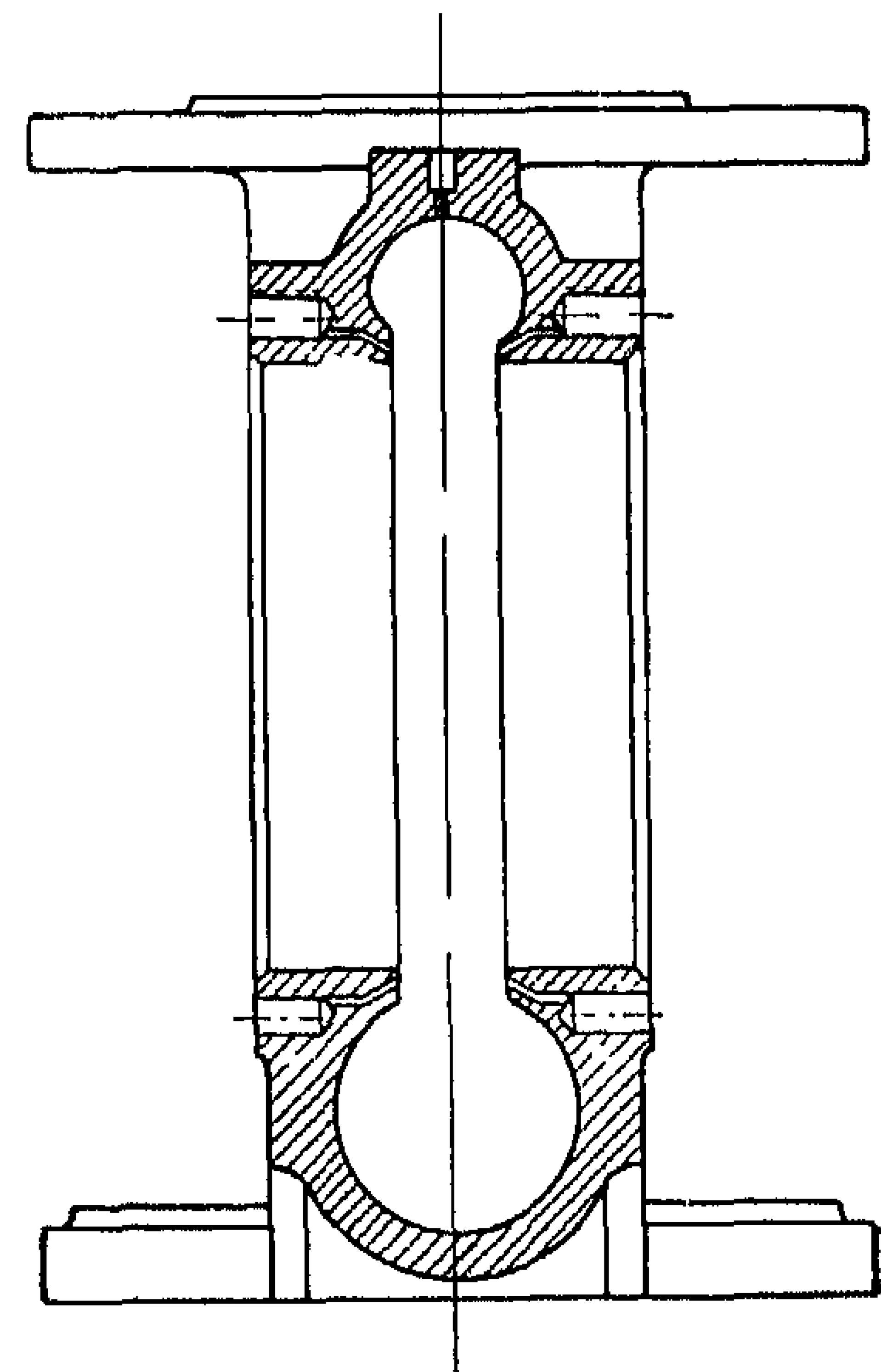
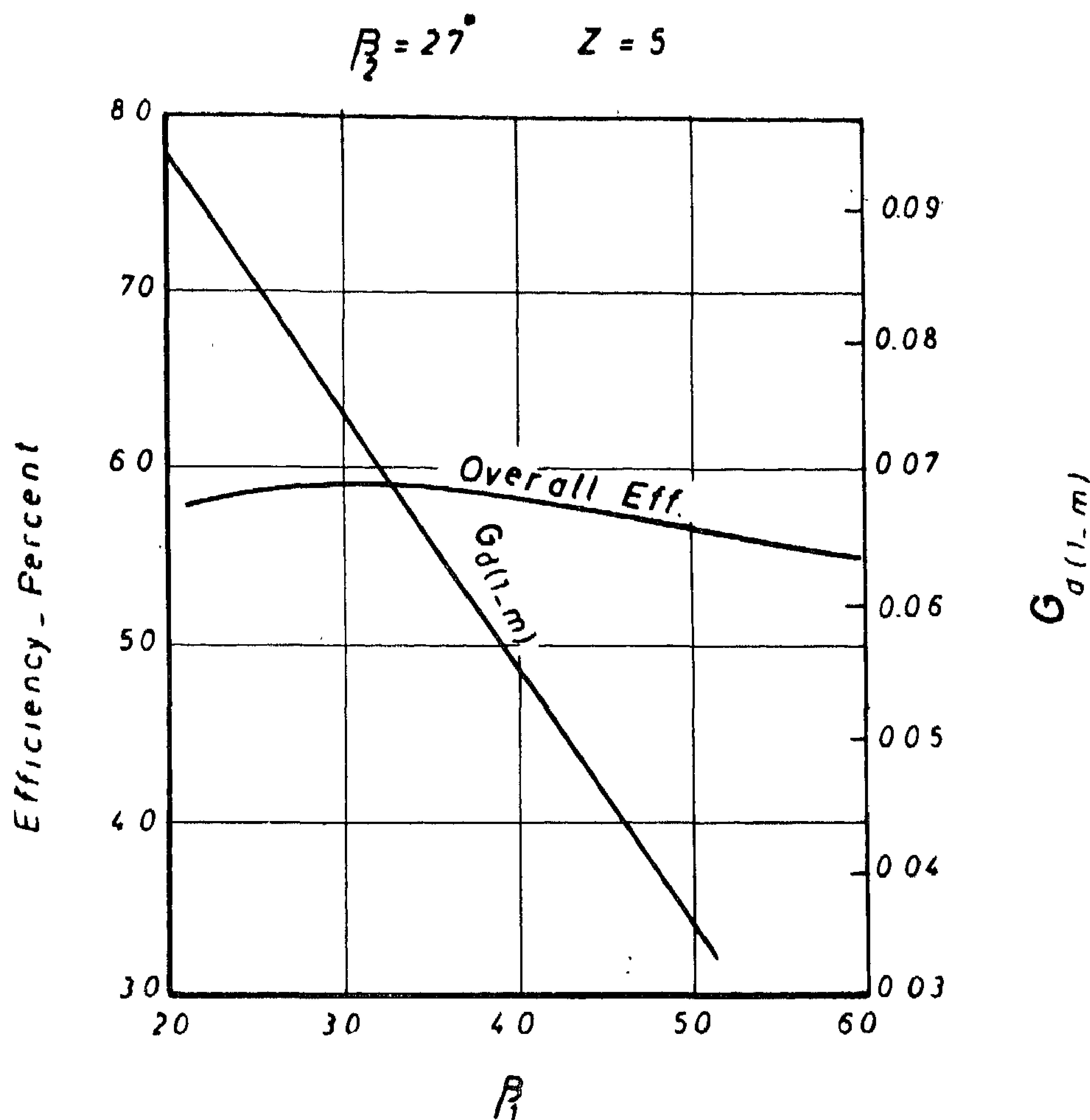


FIG. 11 - Volute casing used

1.4



Effect Of Blade Inlet Angle On Eff and $G_{d(1-m)}$

(Varley's Tests)

total head and normal discharge (at maximum efficiency) decreases with the inrcease of β_1, Varley explained that, with increasing inlet angles the water might acquire increasing amounts of prerotation required for shockless entry and hence reduction of head results according to Euler theory.

In conclusion, this correlation reveals that optimum values of main varibales β_1 , z and β_2 occured at $G_{d(1-m)}$ in the range of approximately 0.05 — 0.08. Departure from the optimum range had different effects i.e. ; increase of $G_{d(1-m)}$ than optimum range by increasing β_2 had a smaller effect on efficiency than its increase by reducing the number of blades or blade inlet angle.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS

Since Varley's test was carried out on impeller of very low specific speed design (with small value of ε = 0.333), other series of tests on impellers with different values of specific speed and ε deemed necessary before general conclusions should be drawn.

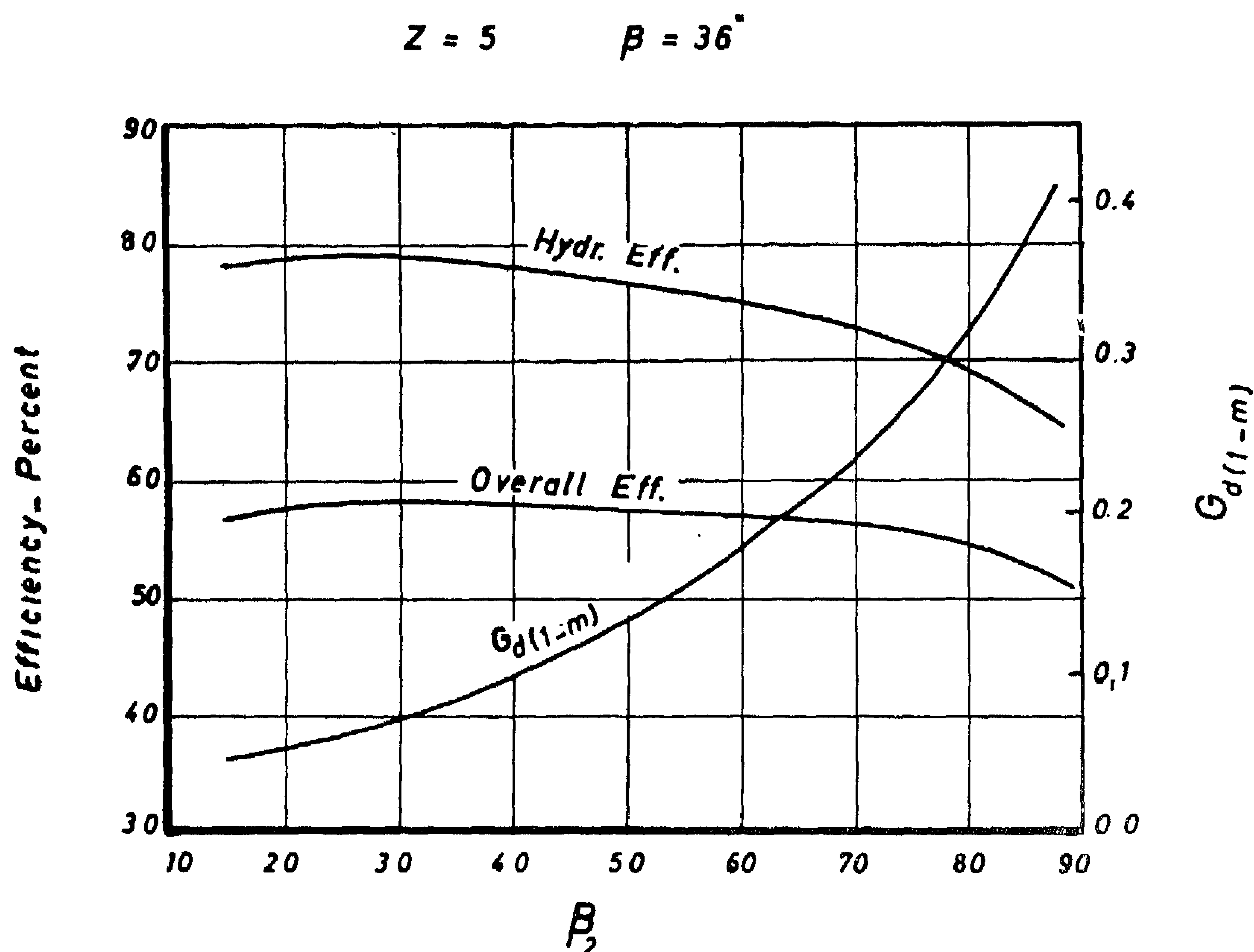


Fig. 8 — Effect of Blade Outlet Angle On Eff. And $G_{d(1-m)}$ (Varley's Tests)

β_2, efficiencies did not drop drastically except at very high values of β_2.

Both figures, hence, show that there is an optimum range of $G_{d(1-m)}$ leading to good efficiency, but that appreciable increase of the value of $G_{d(1-m)}$ relative to optimum value does not lead to large drop in efficiency while small decrease in $G_{d(1-m)}$ than optimum $G_{d(1-m)}$, brought about by increase of number of blades or reduction in β_2 has more drastic effect on efficiency.

It must be noted here that values of Vareley's efficiency included losses in the volute casing (same casing for all impellers) and since $G_{d(1-m)}$ does not take account of effect of variables on losses in volute, this might have a bearing on the above conclusions. Further, the existence of secondary flow inside impeller passages might have an appreciable effect on the pattern of velocity deceleration.

Johnson[2] pointed out that because of the pressure gradient from the driving face to the trailing face, the boundary layer is removed from the driving face and transferred to the trailing face by a secondary flow process and that the shifting of low-energy fluid to the trailing face, together with the declaration along the trailing face, provide an explanation for the low efficiency in this region, found experimentally on a $\beta_2 = 90$ impeller.

Examination of Fig. (9) shows that change of β_1 has a small effect on overall efficiency and that optimum values ($\beta_1 = 30°$ to $40°$) occurs at $G_{d(1-m)}$ between 0.055 to 0.075. However Varley also noted that both

blade inlet angle and blade profile are of relatively minor importance.

Figs. 7—9 give a summary of this results, showing mainly the overall efficiency and the estimated hydraulic efficiency at optimum efficiency points, for different test conditions. Estimation of hydraulic efficiency was based on calculated actual input head to water (by substracting from S.H.P. the mechanical, disc friction, and leakage losses) and measured manometric head.

On the same figures, values of $G_{d(1-m)}$, calculated by means of equation (9) (with $\varepsilon = 0.333$ and $\lambda = 0.78$, corresponding to data of Varley's pump), are plotted.

Examination of Fig. (7) (effect of number of blades) shows that best of efficiency occurs at an optimum number of blades (z = 5) but there is practically a range in which the efficiency drops is limited between z = 4 and z = 6. The values of $G_{d(1-m)}$ in this range is between 0.055 and 0.07.

Examination of Fig. 8 (effect of outlet blade angle) shows maximum efficiency to occur at an optimum value of $\beta_2 = 30$ and the good range of efficiency covers a large range of β_2 between 15° and 45°.

Values of $G_{d(1-m)}$ in the range varies between 0.045 and 0.12. It is noted also that while $G_{d(1-m)}$ increased greatly with the increase of

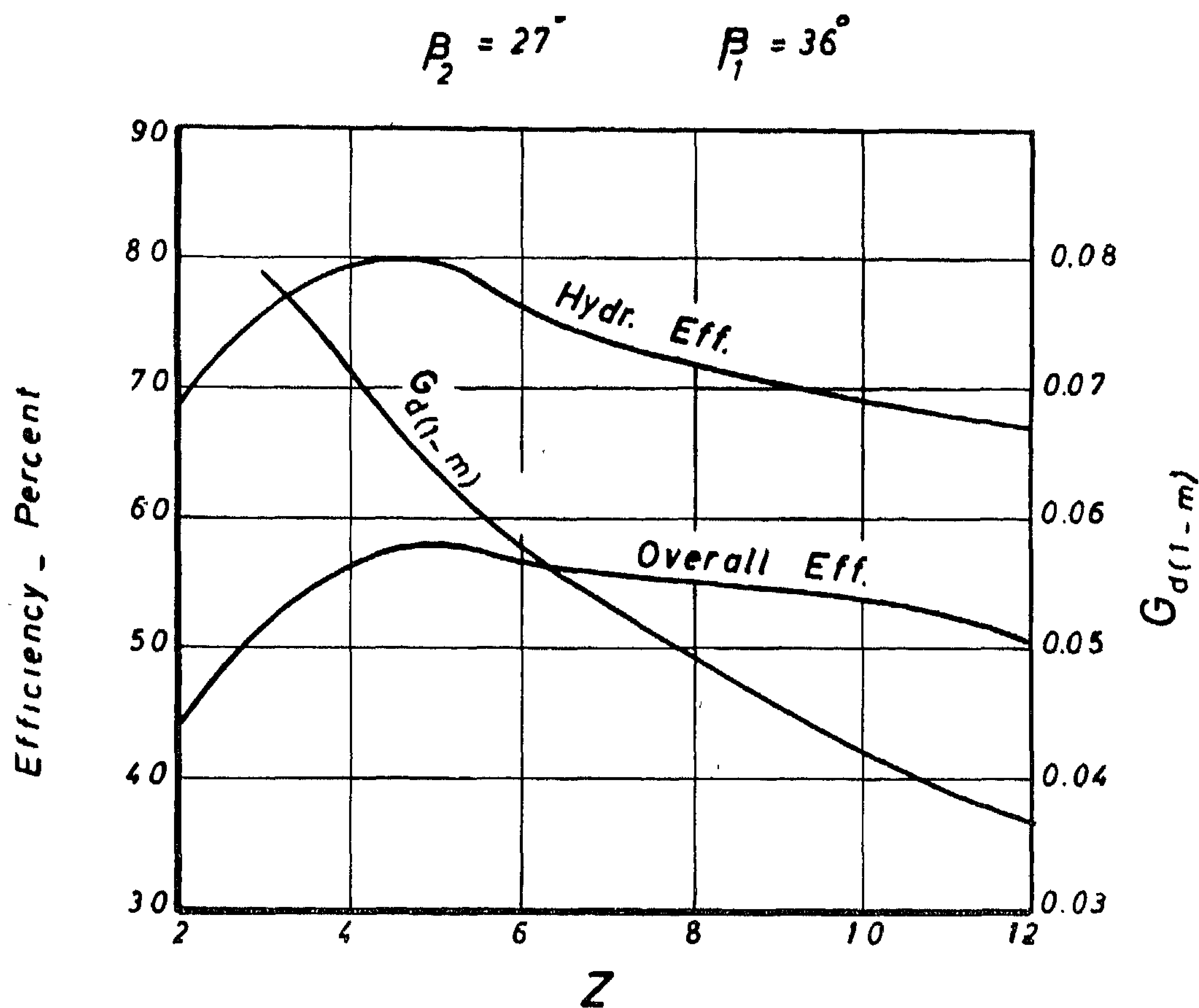


Fig. 7. Effect Of Number Of Blades On Eff. And $G_{d(1-m)}$

(Varley's Tests)

non-uniformity of relative velocity at outlet, along the periphery between every two adjascent blades. This non-uniformity of exit relative velocity do not lead only to reduction of theoretical head, but also causes mixing losses[11] (in case of volute) or shock losses in case of diffuser blades.

In order to form an idea of these losses and the effect of design variables on it, a ratio equal to $\frac{W_{2t}-W_{2d}}{W_{2av}}$ was calculated by means of equations 1,2. A typical example of this calculations is given in Fig. 6.

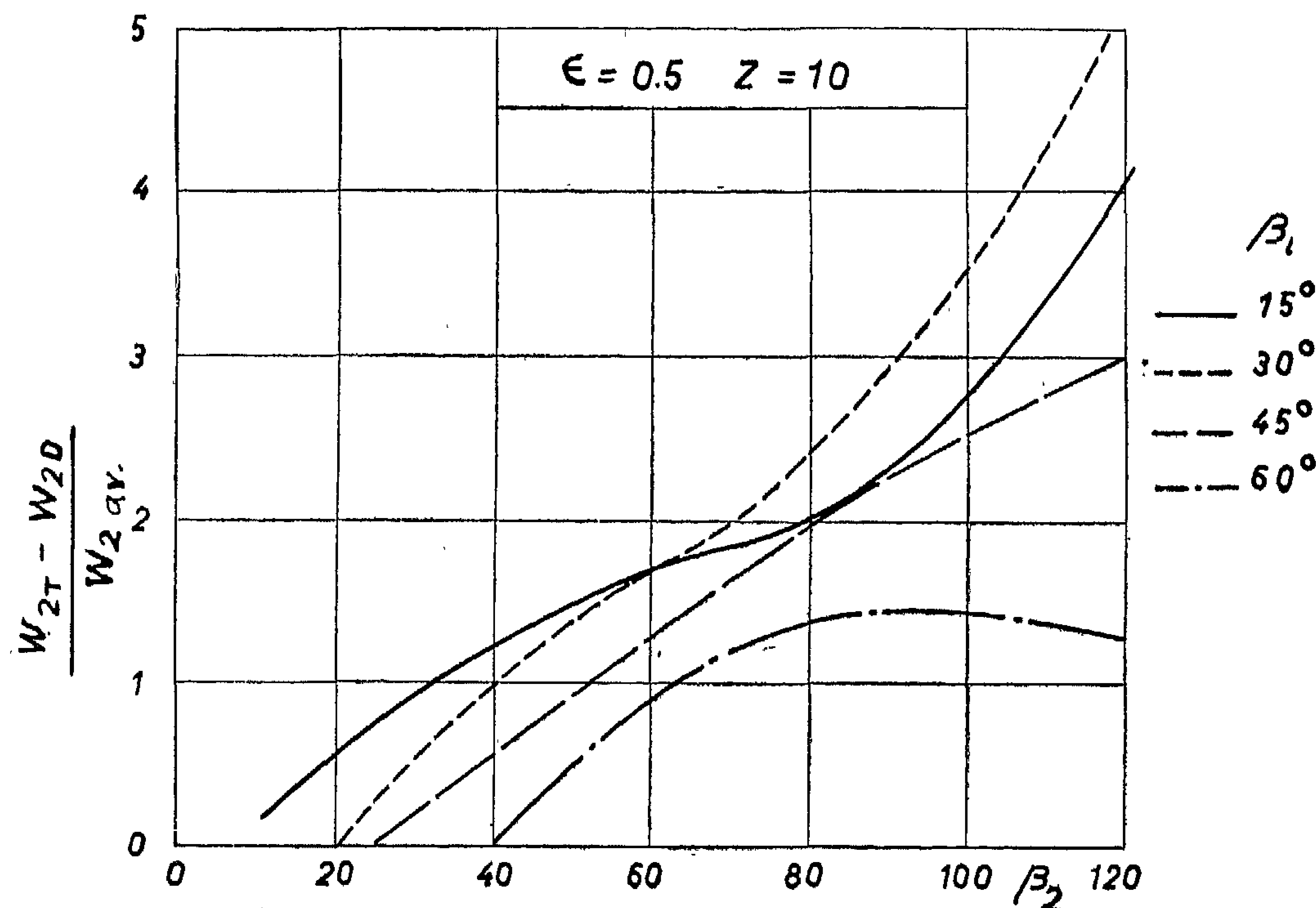


FIG. 6 - Ratio of $\frac{W_{2T} - W_{2D}}{W_{2\,av.}}$ at different values of β_2 and β_1

These calculations show that the value of β_2 is the most influential factor on the degree of non-uniformity, the higher β_2 the higher is this degree. Increase of number of blades or the value of β_1 (specially at small values of β_2) leads to decrease of this degree, while the other variables have slight effect on it.

CORRELATION BETWEEN THEORETICAL FINDINGS AND EXPERIMENTAL RESULTS

Among the several experimental investigations carried out on centrifugal pumps[2],[12],[13] one of the most systematic recent investigations are that of the Varley[5], who presented experimental data on the effect of the various impeller design elements on the performance of a 2 in., double entry pump. By systematically varying the value of the variables, keeping the other variables constant, he showed that the decisive parameters determining the performance of the impeller are the number of blades and the blade outlet angle, while the

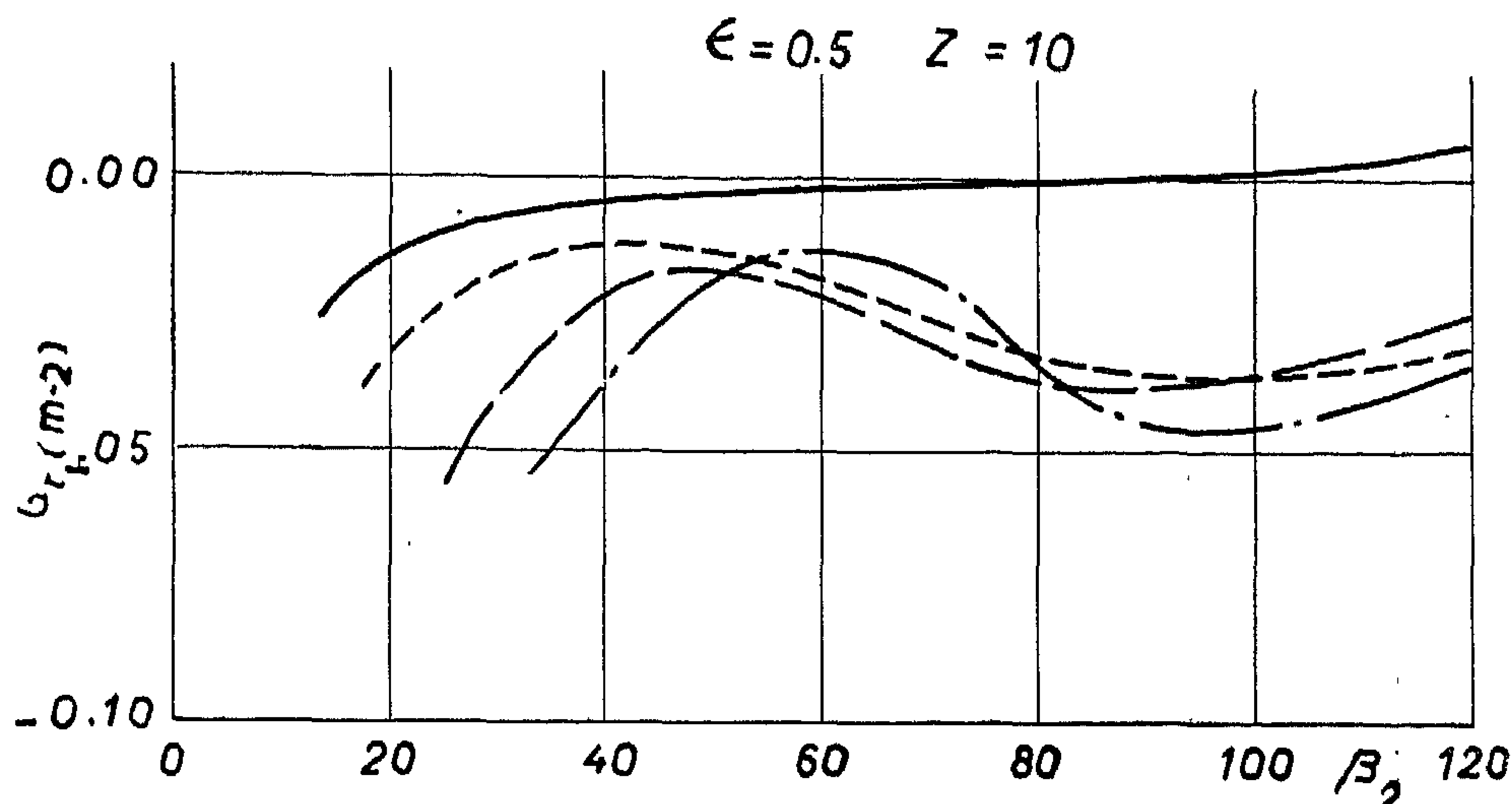


FIG. 5 - Relative velocity gradient (Trailing face) between mean and outer radii

Since in the analysis the thickness of blades is neglected, it is expected that with real thick blades, the effect of thickness on obstruction of area of flow, might make the effect of variation of blade number more pronounced.

c) Effect of blade inlet angle β_1 :

The higher is the value of β_1, the smaller is the value of $G_{d(1-m)}$. However, this does not apply for G_d, as it is seen it has this trend only for small values of β_2 but at large values of β_2, it has a small influence or even an opposite effect on the value of G_d.

d) Effect of shape of meridional flow passage — λ :

From the results, it is clear that the shape of meridional flow passage has an appreciable effect. Between the limiting values of λ ($\lambda = 1$, where $D_1b_1 = D_2b_2$ or constant flow area or $\lambda = \varepsilon$, where $b_1 = b_2$ or constant width of passage), the smaller the value of λ, the higher the values of G_d and $G_{d(1-m)}$.

This is explained by the fact that the smaller λ the higher will be the rate of deceleration of C_m and consequently w alnog the impeller channel.

e) Effect of diameter ratio ε :

The higher the value of ε the larger the values of G_d and $G_{d(1-m)}$ whatever are the values of β_2 , β_1 or z i.e. the curves in Figs. 2—5 practically shifts upwards. This is explained by the fact that the higher the value of ε the shorter will be the length of blades (for same values of β_1 and β_2) and hence the higher the rate of deceleration.

Moreover, supposing there is a certain optimum value for the rates of deceleration, higher or lower than which, losses will increase, this would ultimately mean that there is an optimum value for each of the main variables i.e. β_2 , z and β_1 leading to minimum losses. Since the trend of effect of each variable on the velocity deceleration is continuous, (either continuous increase or decrease), deviation from the optimum value will increase or decrease the rate of deceleration relative to the optimum rate of deceleration.

Mixing Losses :

In addition to skin friction losses inside pump passages, the second source of losses occuring in the diffuser but originating in the impeller, is the mixing losses. It is due to

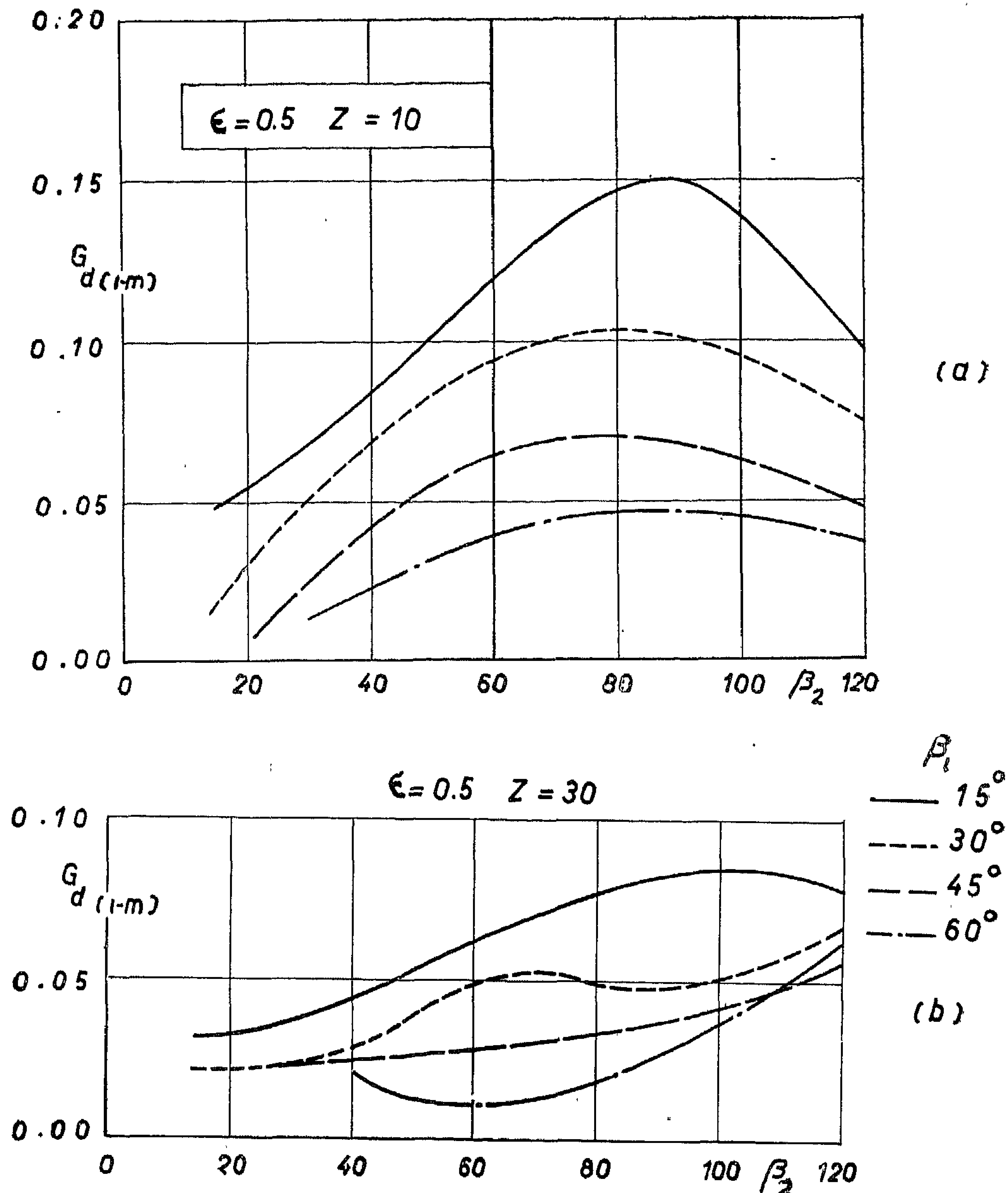


FIG 4 - Relative Velocity Gradient (Driving Face) Between Inner and mean radii

a) Effect of blade outlet angle β_2 :

The higher the value of β_2, the greater is the rate of deceleration over all the driving face, up till a value about 90° after which G_d decreases again. It is noted that G_d at $\beta_2 = 90°$ is about eight times its value at $\beta_2 = 15°$, while the increase in $G_{d(1-m)}$ is only three times.

b) Effect of Number of blades z :

The larger the number of blades, the smaller is the rate of deceleration over the driving surface. However the variation in G_d or $G_{d(1-m)}$ due to effect of number of blades is much smaller than the variation due to change of β_2. For example, at $\beta_2 = 20°$ and $\beta_1 = 15°$, $G_{d(1-m)} = 0.055$ at $z = 10$ and equal to 0.03 at $z = 30$.

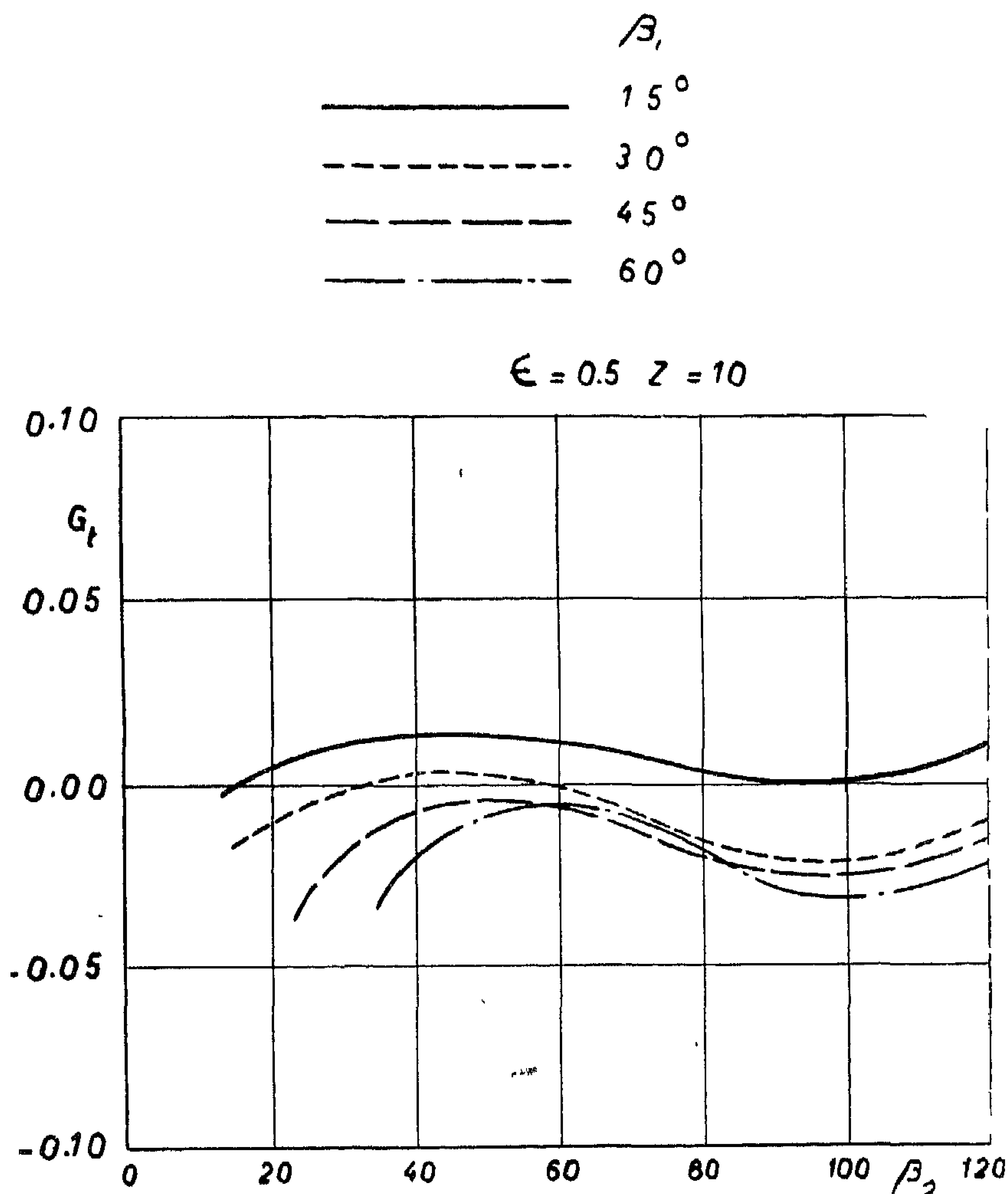


FIG. 3 - Relative velocity gradient (trailing face) between inner and outer radii

part (between mean and outer radii) for both faces were then carried out by means of equations 9 and 10 (Appendix I). These calculations showed that the highest rates of deceleration, always occured over the first half of the driving surfaces, except for large values of β_1, where $G_{d(m-2)}$ is higher than $G_{d(1-m)}$.

Figures 4 and 5 show an example of these calculations for $G_{d(1-m)}$ and $G_{d(m-2)}$.

It must be noted, here, that in order to obtain minimum losses in impeller passages (similar to the case of any divergent passage), the velocity along blade surfaces should not decelerate at a rate higher than a maximum safe velocity gradient, in order that separation of boundary layer would not occur, but this rate should not be too small that large skin friction losses might occur. Decrease in the rate of deceleration might be brought about by, for example, increase in the number of blades. But the resulting reduction in boundary layer build-up may be more than offset by increased skin friction losses.

Examination of results, illustrated by Figs. 2 to 5, reveal the following :

0.10
G_d
0.05
0.00
- 0.05
- 0.10
0 20 40 60 80 100 β_2 120

$\epsilon = 0.5$ $Z = 10$

(a)

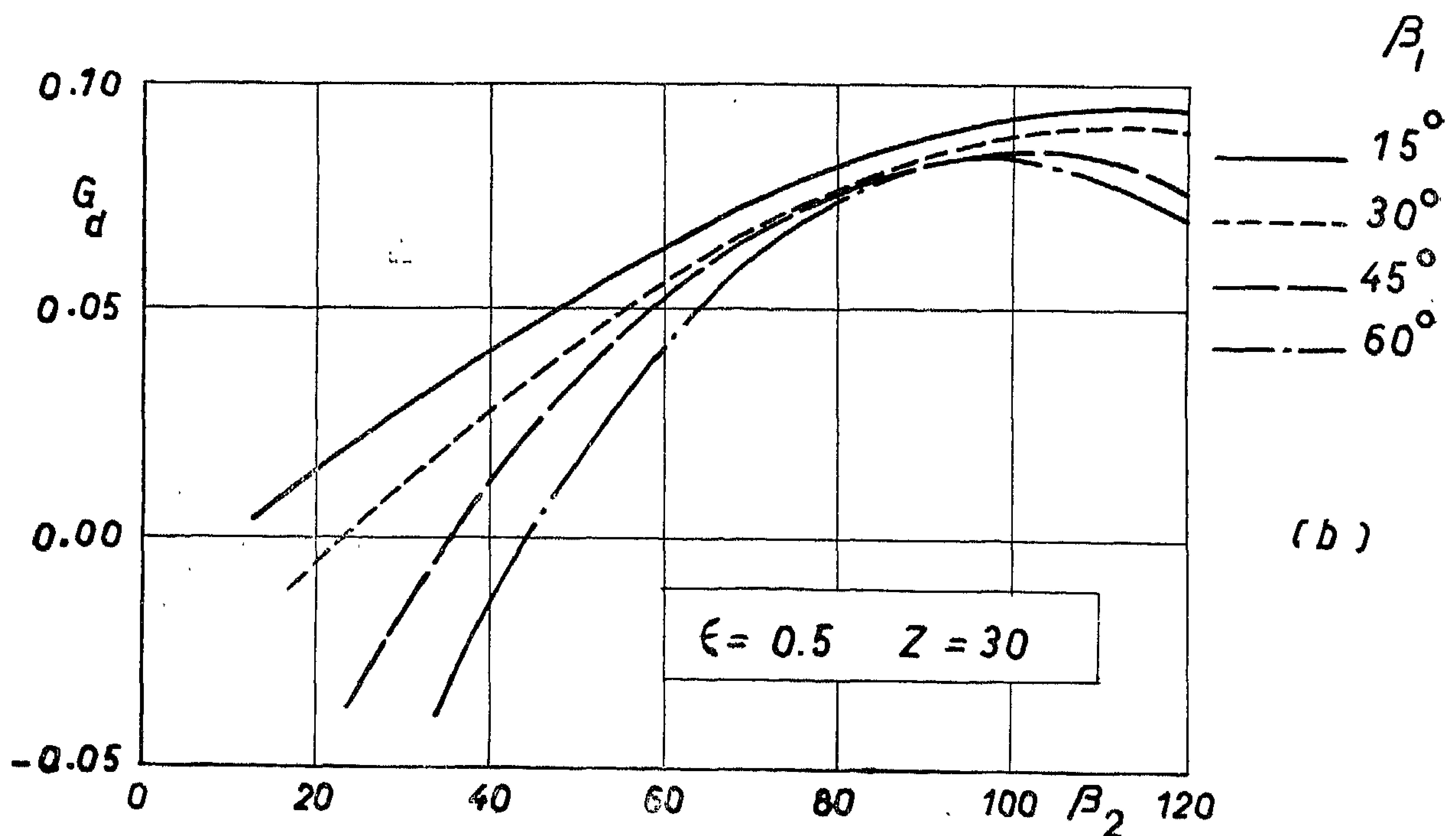


FIG. 2 - Average Relative Velocity Gradient (Driving Face) Between Inner and Outer Radii

Φ	Dimensionless discharge coeficient $= \frac{C_{m2}}{u_2}$
Ψ	Dimensionless head coefficient $= \frac{g\ H}{u_2^2}$
D	Diameter of impeller (outer).
G	Average relative velocity gradient over blade surface.
H	Actual head developed by machine.
N	Speed of impeller in revolution per minute.
P	Shaft horsepower absorbed by the machine.
R	Radius of curvature of blade.
Q	Rate of fluid discharged by machine.
α	Fluid angle (relative flow).
β	Blade angle.
Θ	Blade camber angle.
ε	Diameter ratio of impeller $= D_1/D_2$.
ω	Angular speed of impeller in radians per second.
η_o	Overall efficiency of machine.
η_h	Hydraulic efficiency of machine.
λ	Factor defining geometry of meridional flow passage $= D_1\ b_1\ /\ D_2\ b_2$.

Subscripts :

1	Inner or inlet diameter of impeller.
2	Outer diameter of impeller.
m	Mean diameter of impeller.
d	Driving face of blade.
t	Trailing face of blade.

VELOCITY GRADIENTS OVER SURFACES OF BLADES

Potential flow techniques(6),(7) for calculation of the variation of velocity along blade surfaces have been developed to the point where they provide rapid and sufficiently accurate methods for design and analysis.

In the following, the method of sheets(4) is used. In order to reach generalzed formulae, calculations were carried out for circular arc blades, for which blade curvature, camber, and spacing could be analytically expressed in terms of the main design variables. Varely(5) have shown that circular-arc blades are one of the most efficient blade forms.

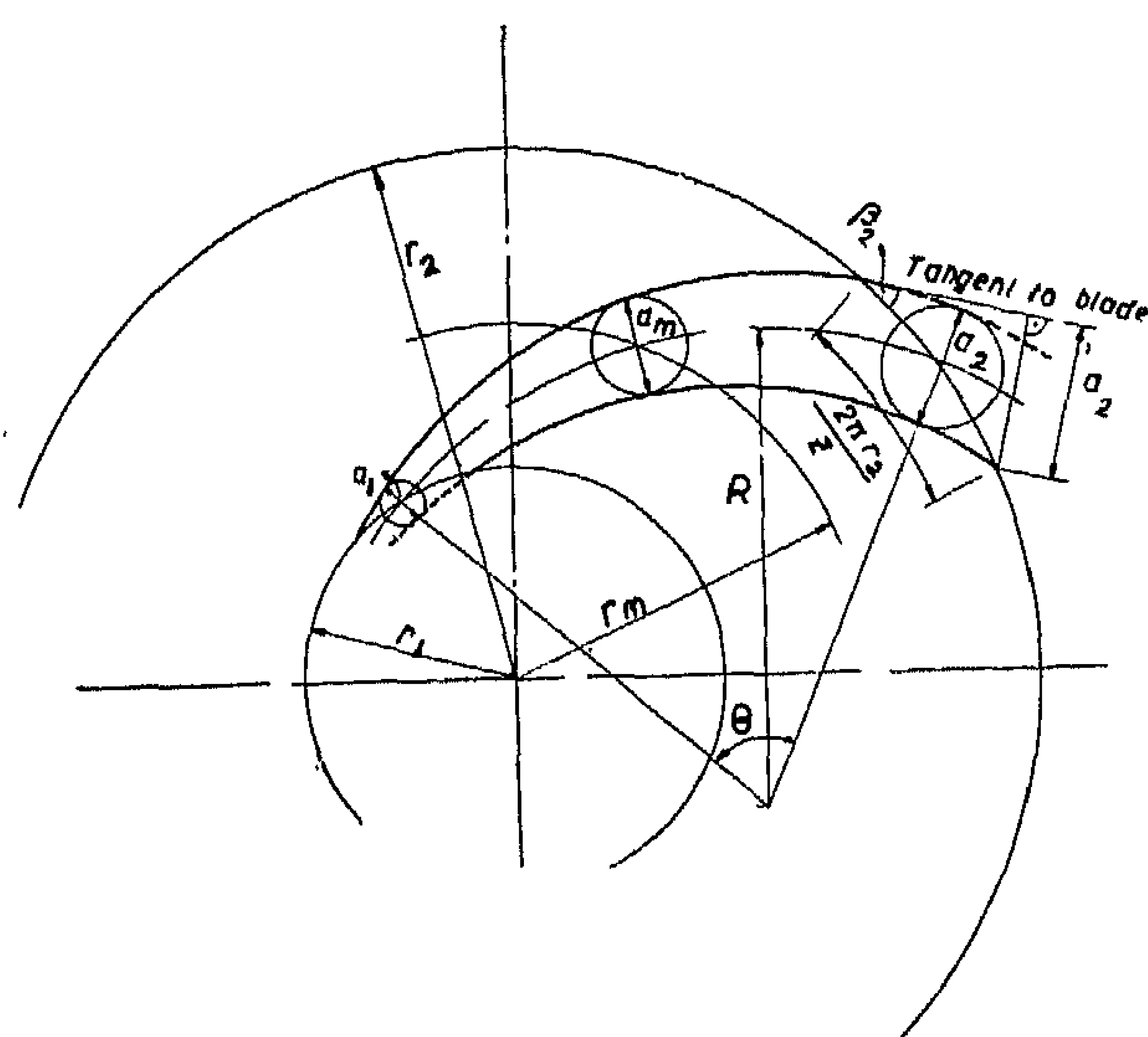


FIG 1 - Different notations used in calculating the velocity gradients

The formula for average velocity gradients along both the driving and trailing blade surfaces, defined as $\frac{W_1 - W_2}{L}$ where L is the length of blare, are given in Appendix I.

Examples of results of these formulae (5 and 6) are given in Figs. 2 and 3, for different values of β_2 , β_1 and Z and certain values of ε and λ. These figures show that G_d has in general large positive values i.e. the relative velocity has high rate of deceleration over the driving face, while G_t has small positive value and even negative value (i.e. accelerating) at high values of β_1.

Since the velocity variation is not uniform along the blade surfaces, calculation of average velocity gradients over both the first part (between inner and mean radii) and the second

AN INVESTIGATION OF CENTRIFUGAL PUMPS

By

Dr. S. MIKHAIL

SYNOPSIS

Due to complexity of flow pattern inside centrifugal impeller passages, no theory is established yet for estimation of hydraulic losses inside the passages, or for study of the effect of design variables on them.

Since many research workers found out that the hydraulic efficiency of impellers is mainly effected by the rate of velocity deceleration along blade faces, an attempt to find a general analytical formulae for the average velocity gradients over blade is made in this paper. Study of the effect of different design variables on this gradients are then made.

Correlation between this average gradients and actual test results of pumps made by Varley and the author showed that the average gradient over the driving face (for circular arc blades) promises to be a suitable criterion for first approximate study of effect of design variables on impeller efficiency.

INTRODUCTION

Hydraulic losses in centrifugal pumps are the least known of all losses and at the same time they are the most essential ones in determining its performance. The main reason is that there are several factors contributing to the hydraulic losses, besides, the nature of the flow inside pump passages is complex.

Since the passages are curved, divergent and due to existence of secondary flow, the approaches based on adoption of the friction formula for pipes showed serious shortcomings[1] specially in assessing the effect of different design variables on these losses.

Several research workers[2],[3] have concluded that the hydraulic efficiency of impellers is mainly affected by the rate of velocity deceleration along blade faces, since this is the determining factor for the growth of the boundary layers along blade surfaces.

In this research, average velocity gradients over blade surfaces, are obtained by using one theoretical analyses for determination of flow pattern through impeller passages.[4]

Inspite that such analyses of flow are mainly valid for two-dimensional case and ideal fluid, several investigators[2],[3] showed it to be useful in investigation of flow conditions.

Correlation of such theoretical information with actual test results of pumps[5] shows it to be useful for study of the effect of different design variables and where poor flow conditions are to be expected in practice.

NOMENCLATURE

The following nomenclature is used in the paper :

- a — Width of the passage between two blades at radius r.
- b — Width of impeller at radius r.
- c_m — Meridional or through flow component of fluid velocity.
- c_u — Whirl component of fluid velocity.
- u — peripheral velocity of impeller.
- w — Relative velocity of fluid.
- z — Number of blades of impeller.

* Assist. Professor, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Cairo University.

REFERENCES

1. Ambroggi, R.P. : Sci. Amer., 214, No. 5, 21 (1966).

2. Beadnell, H. J. L. : Report on "Farafra Oasis, Its Topgraphy and Geology", Survery Dept., Egypt, Cairo. (1901).

3 Ball, J. : Geogr. J., *70*, 21; 105; 209; 512 London (1927).

4. Murray, G.W. : Report on "The Artesian Water of Egypt", Survey Dept., Egypt, Cairo (1952).

5. Paver, G.L. and Pretoricus, D.A. : Report on "Hydro-geological Investigation in Kharga and Dakhla Oases", Inst. de Desert d'Egypte, No. 4 (1954).

6. Shazly, M.M., Shata, A. and Farage, I. : Scientific Report on "The Subsurface Geology of El-Kharga Oasis, Western Desert Southern Province" Desert Inst., Egypt, Cairo (1959).

7. Jones, J. R. : Report on "Ground Water Maps of the Kingdom of Libya" U.S.G.S. (1954).

8. Jones, J.R., : Report on "Brief Resume of Ground Water Conditions in Libya", U.S.G.S. (1960).

9. Whitecomb, H. A. ; A Reconnaissance Report on "The Geology and Hydrology of the Western Part of the Province of Fezzan, United Kingdom of Libya", U.S.G.S. (1965).

ISO_SALINITY CONTOUR MAP FOR GROUND_WATERS IN U.A.R. & LIBYA

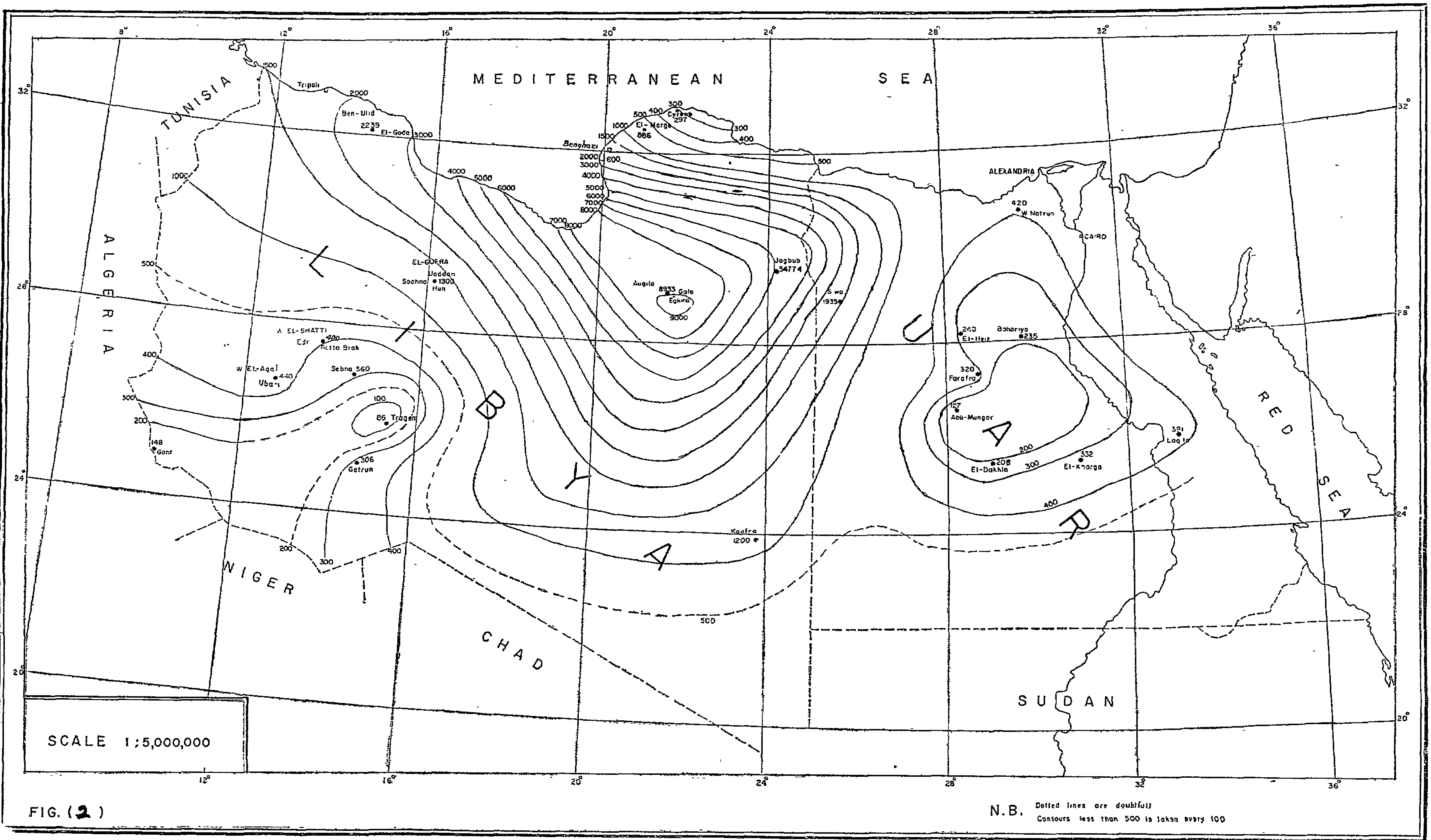


FIG. (2)

It is suggested that the source of water is principally upward leakage from the underlying artesian aquifers, with some contribution from the alluvium. This explains the superior quality of ground-water in this area in the light of the conclusions previously arrived at in the U.A.R., as these waters occur in the oldest formations under investigation in Libya.

(ii) For the first time, quality maps are prepared on a regional scale for this part of the Sahara, although some maps have béen prepared for local areas in U.A.R., It was unavoidable to construct these maps on the bases of widely expanded points of observation due to the non-availability of water sources other than those sampled during the present study. These maps are considered as preliminary. In the present work T.D.S. are plotted on contour maps which show the distribution of the constituents in the ground-water of Libya and U.A.R. (Fig. 2). The values used are average values (Tab. 2.

Examining these maps it is evident that they have gotten the same trend as the T.D.S. for which special attention is given.

This map shows the general distribution of ground-water quality. Without going deeper into geological details it can be generally stated that there are three sources of fresh water and one source of salt water, which are described as follows :

(a) Fezzan Basin :

This area covers the southwest corner of Libya, comprising Fezzan Basin. From the map it is evident that there is a general increase in ground-water concentration in a north-east direction. The best waters are found at Tragen where exceptionally good quality water is obtained with T.D.S. less than 100 p.p.m. Ground-water characteristics of different areas of this basin have already been discussed.

(b) Artesian Basin of the Western Desert of U.A.R. :

This basin comprises the oases of the western desert of U.A.R., namely Baharia, Farafra, Dakhla and Kharga. Ground-water potentialities in this area are mainly concentrated in Nubian sandstone aquifers, classified among different geological ages. Ground-water characteristics of different areas in this basin have already been discussed. From the T.D.S. quality map it is clear that the ground-water concentration increases in a westward direction.

The origin of these waters is one of the major hydrological problems studied by many authors.

(c) Coastal Regions :

Limited supplies of good quality water are irregularly distribued along the whole coastal zone bordering the Mediterranean Sea. The source of this water is local rainfall. Replenishments thus completely dependable on its frequency and duration.

(d) Salt Water Intrusion :

An outstanding feature of this part of the Sahara, clarified by the quality contour maps, is the existence of a continuous source of salt water, which lies along the extension of the Gulf of Sirte in a southeastern direction. Salt water intrusion in this area seems to be a controlling factor in the ground-water quality distribution.

GROUND-WATER COMPOSITION and GEOLOGICAL AGE of AQUIFERS IN U.A.R and LIBYA.

GEOLOGICAL AGE OF AQUIFER	U.A.R	LIBYA
QUATERNARY		1:10 EL-SAHEL (El-goda); 1:20 EL-WAHAT
PLIOCENE	WADI EL-NATRUN	
MIOCENE	1:10 SIWA	1:10 BENGHAZI; GREEN MOUNTIAN; 1:20 JAGBOB
OLIGOCENE – EOCENE		1:10 EL-GUFRA (Hun and Waddan)
UPPER CRETACEOUS Maestrichian.	FAR[illegible]RA; ABU_MUNGAR	1:2 SOKNA; 1:2 HUSCHCA
Senonian.	EL-KHARGA; LA-GUTA	
Companian	EL-DAKHLA	
Turonian		1:10 BEN-ULID
Cenomanian	[illegible]; EL-HEIZ	
LOWER CRETACEOUS		TRAGEN; SEBHA; 1:10 EL-KUFRA; GATRUN; WADI EL-AGALE
DEVONIAN		WADI EL-SHATTI
ORDOVICIAN and CAMBRIAN		GAHT

FIG. (1)

Legend: $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $NaHCO_3$, Na_2SO_4, $MgSO_4$, $MgCl$, $NaCl$, $CaCl_2$, $CaSO_4$

SCALE

2. Water obtained from Cretaceous aquifers, other than Sandstones., is inferior in quality and reflects the nature of the prevailing formations, e.g., the presence of $CaSO_4$ in the ground-water at Ben Ulid is most probably due to the presence of Gypsum, and the presence of dolomitic limestone at Sokhna and Huschca is mostly responsible for the presence of equal amounts of Ca and Mg in the ground-waters.

3. The best waters are obtained at Abu Mungar in U.A.R. and at Tragen in Libya.

4. There is a close resemblance between the composition of artesian water obtained from Nubian aquifers at El-Laquita in the south and the ground-waters at Wadi El-Natrun area far to the North in a Pliocene territory. Both waters being thus unique in containing significant amounts of sodium bicarbonate. This important result gives more weight to the views regarding that the source of ground-water in Wadi El-Natrun area lies in the Nubian Sandstone aquifers, other than seepage from the River Nile. Moreover, the Nubian source is supported by the north eastern side of the depression as indicated by geophysical work. Regarding these waters as evidence of a subterranean confluence of the Nubian and Nile water tables.

Devonian Sandstones :

Devonian sandstones crop out in a broad east west band along the southern border of Hamada El-Hamra and pass to the south east beneath Wadi El-Shatti.

Devonian sandstones are considered to be a potential source of large supplies of ground water.

The great exposures of outcrop areas are generally covered by a thin carpet of sand or pebble alluvium that rapidly absorbs any precipitation falling upon its surface.

The Devonian series is underlain by Silurian clays, exposed on the escarpment of Acacus Tardrort, but not seen on the Shatti region, but could form an impervious layer at the base of the massive sandstones.

The Devonian series is overlain by a Carboniferous series of interbedded clays and siltstones providing a confining layer above. The thickness of the Devonian Strata is approximately one hundred metres in Shatti valley.

The quality of the water in the Devonian aquifers is excellent for irrigation and suitable for domestic use.

The waters are characterised by a predominance of sodium chloride, the constituents are represented by the following relations :

$$Na > Mg = Ca \; ; \; Cl > CO_3 > SO_4$$

Cambrian and Ordovician Sandstones :

The interbedded sandstones and conglomerates underlying the Ghat El Barkat area form an excellent artesian aquifer. Precipitation falling on the Tassilian High-lands is absorbed into these sandstones partly percolating to the zone of saturation. The underlying gneisses and schists and the overlying thick clay sequences, form confining layers above and below the aquifer. The permeable texture of the aquifer permits water to migrate from the recharge area on the flanks of Tassilian Ager eastward towards the centre of the Fezzan basin.

Moreover, Ordovician and Cambrian rocks also include a sequence of sandstone and shale, largely of continental orgin.

Ground-water is Ghat El Barkat area is obtained by shallow artesian wells drilled or dug. Flows may be obtained at many places and artesian springs may also discharge from the sandstones. The composition of ground-water in Ghat area is excellent and can be represented by the following relations :

$$Na > Ca > Mg \; ; \; CO_3 > Cl > SO_4$$

It is interesting to note that the quality of water in Ordovician and Cambrian sandstones is superior to that found in Devonian aquifers.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

(i) The study of Fig. (1) leads to the following conclusions :

Quaternary :

Quaternary formations are generally represented by superficial deposits of dunes, loess and alluvium.

Ground-waters from Quaternary aquifers are represented in the present work by the sources of El-Goda at ElSahel and El-Wahat in Libya. The water is characterized by relatively high salinity, and predominance of NaCl. The composition can be represented by the following relations :

$$Ca = Mg < Na ; Cl > SO_4 > CO_3$$

Pliocene :

Wadi El-Natrun area in U.A.R. ; represents an excavation in the Pliocene formations. It is bounded by low lying cliffs composed of sandstone grading into calcarious sandstone, sandy limestone and porcelaneous limestone, which forms a weather resistant cap on the top of the softer formations. Gypseous and carbonaceous clays are not uncommon in the succession.

Geophysical work has indicated the occurrence of an important fault along the north eastern side of the depression, which may to some extent, be regarded as responsible for the occurrence of water in that area.

Miocene :

Miocene waters are represented in the present work by sources from Siwa in U.A.R., and Benghazi, Green Mountains and Jagbub in Libya. Miocene formations in these areas are generally represented by organic detrital limestone, fossiliferous white sandy limestone, calcareous sandstone, limestone, gypsiferous shale, near shore and continental formations.

From Fig. (1) it is clear that waters from Siwa in U.A.R. resemble those from Benghazi in Libya suggesting a similar regime in both localities. Sodium chloride is the dominating constituent in both waters.

Oligocene to Eocene :

Hun and Waddan ground-water sources at El-Gufra lie in an area where abundant interbeds of gypsum occur. This is reflected on the composition of ground-water where $CaSO_4$ dominates on other components as clearly shown by Fig. (1).

Cretaceous :

Aquifers of Cretaceous age are mainly represented by the Nubian Sandstone, the most important source for ground-water both in U.A.R. and Libya. In U.A.R. the Nubian Sandstone is dated as Upper Cretaceous (Cenomanian to Maestrichtian) and covers most of the southern regions including the Oases of the Western Desert, namely Baharia and El-Heiz, Dakhla, Kharga, Farafra and Abu Mungar. For the first time the artesian Nubian Sandstone aquifer is tapped in the Eastern Desert by a new well drilled at El-Laquita.

In Libya the Nubian Sandstone aquifer is dated as Lower Cretaceous and yields water to the wells in Wadi-El-Agale, Gatrun, Sebba, Tragen and El-Kufra. Moreover, in Libya other ground-water supplies are obtained fraom Upper Cretaceous formations, e.g., dolomitic limestones with marl, shale and gypsum at Ben Ulid (El-Sahel); and Sokhna and Huschca (El-Gufra).

By examining Fig. (1) the following conclusions were obtained.

1. The quality of water found in the Nubian Sandstone aquifers is generally rated as good to excellent.

Average Composition of Ground Water From U.A.R. and Libya
Table (2)

Region	T.D.S.	Average Results Expressed in p.p.m.							Average Results Expressed in millequivalent/litre						
		HCO_3	SO_4	Cl	Na	K	Ca	Mg	HCO_3	SO_4	Cl	Na	K	Ca	Mg
U.A.R.															
Wadi El-Natrun	420	188	35	50	140	5	12	6	3.1	0.7	1.4	6.1	0.1	0.6	0.5
Baharia	235	95	18	60	30	9	15	17	1.6	0.4	1.7	1.3	0.2	0.8	1.4
El-Heiz	248	26	51	68	21	3	19	19	0.4	1.1	1.9	0.9	0.1	0.9	1.5
								27	1.5	0.8	2.7	1.5	0.2	1.6	1.6
Abu-Mungar	127	45	11	33	14	2	17	6	0.7	0.2	0.9	0.6	0.1	0.9	0.5
Dakhla	208	46	50	54	24	11	20	10	0.8	1.0	1.5	1.0	0.3	1.0	0.8
Kharga	332	90	59	79	35	18	27	20	1.5	1.2	2.2	1.5	0.5	1.3	1.6
East Desert (La-Quita)	391	191	30	35	100	4	12	7	3.1	0.6	1.0	4.4	0.1	0.6	0.5
Siwa	1935	172	355	764	397	—	128	63	2.8	7.4	21.5	17.3	—	6.4	5.1
LIBYA															
El-Sahel	2239	218	694	608	310	36	217	124	3.6	14.4	17.1	13.5	0.9	10.8	10.2
El-Gufra	1300	215	400	450	320	28	260	75	3.5	8.3	12.7	13.9	0.7	13.0	6.2
Wadi El-Shatti	400	110	40	160	110	22	16	10	1.8	0.8	4.5	4.8	0.6	0.8	0.8
Sebha	360	84	75	130	70	20	18	10	1.4	1.6	3.7	3.0	0.5	0.9	0.8
Wadi El-Agale	440	100	120	140	105	18	52	10	1.6	2.5	3.9	4.6	0.5	2.6	0.8
Tragen	86	48	22	7	2	12	4	10	0.8	0.5	0.2	0.1	0.3	0.2	0.8
Gatrun	306	141	51	46	40	12	25	9	2.3	1.1	1.3	1.7	0.3	1.2	0.7
Benghazi	1600	290	190	600	460	22	74	84	4.8	4.0	16.9	20.0	0.6	3.7	6.9
Green Mountain	297	169	17	50	44	2	53	6	2.8	0.4	1.4	1.9	0.1	2.6	0.5
El-Wahat	8933	444	2022	4402	2040	163	550	338	7.3	42.1	124.1	88.7	4.2	27.4	27.8
Ghat	148	120	34	33	39	4	31	8	2.0	0.7	0.9	1.7	0.1	1.5	0.7
El-Kufra	1200	160	560	520	280	40	190	30	2.6	11.6	14.7	12.2	1.0	9.5	2.5
El-Marj	886	171	50	229	154	—	95	—	2.8	1.0	6.5	6.7	—	4.7	—
Jagbub	5477	15	793	3000	255	11	1268	268	0.3	16.5	84.6	11.1	0.3	63.2	22.0

The geological ages of aquifers from which the samples were collected from the previously mentioned localities are classified as follows :

Age of Aquifer	U. A. R.	LIBYA
Quaternary		El-Sahel (El-Goda) and El-Wahat
Pliocene	Wadi El-Natrun	
Miocene	Siwa	Benghazi, Green Mountain and Jagbob
Oligocene Eocene		El-Gufra (Hun and Waddan)
Upper Cretaceous Maestrichian Senonian Campanian	 Farafra and Abu-Mungar El-Kharga El-Dakhla and El-La-Quitka	 Sokhna and Huschca
Turonian Cenomanian	 Baharia and El-Heiz	El-Sahel (Ben-Ulid)
Lower Cretaceous		Tragen, Sebha, El-Kufra, Gatrun and Wadi El-Agale
Devonian		Wadi El-Shatti
Ordovician and Cambrian		Ghat

Water samples collected from the selected localities were analysed for the determination of carbonates, bicarbonates, sulphates, chlorides, sodium, potassium, calcium, magnesium, silica, iron, manganese, phosphorus, boron, strontium, iodine, and including pH value and total dissolved solid estimations (T.D.S.). The obvious aim of such a study is to find out possible similarities or differences between the samples investigated, in the hope of achieving probable geochemical classification. It is thus desirable under such circumstances to obtain a full picture of the water samples' constitutions.

Numerous techniques, including gravimetric, volumetric, flame-photometric, colorimetric and spectro-photometric procedures have been applied.

RESULTS

(i) Data concerning the composition of ground-water in different aquifers is obtained from the results of chemical analysis of samples collected for the present study. The purpose of such a study is to try and generalize the results obtained into representative values for every locality, using the average method.

This is represented by Table (2) which shows the average composition of groundwaters of different localities in U. A. R. and Libya.

For the graphic representation of these results, Finger-print diagrams are constructed and replotted against geological age as shown in Fig. (1).

(ii) Quality of water map is constructed for the whole region of Libya and U.A.R. to show the general distribution of radicals analysed in the ground waters of that part of the Sahara. On this scale it became inevitable to use average values as stated before. Fig. (2) shows a quality map using contour lines indicating the distribution of the T.D.S. constituents in ground waters.

(A) *PRINCIPAL AQUIFERS IN U.A.R.*[2-6]

In U.A.R. the ground-water potentialities are mainly concentrated in the Nubian Sandstone aquifers of the Western Desert. These aquifers, although classified among different geological ages, yet a common ground-water source is suspected. This case is characteristically represented in the Cases of Baharia, Dakhla and Kharga which derive their water from Upper Cretaceous Nubian Sandstone classified as follows :

— Cenomanian in Baharia Oasis,
— Campanian in Dakhla Oasis,
— Senonian in Kharga Oasis.

Farafra Oasis :

Although its floor is formed of Upper Cretaceous beds of white chalk (Maestoinios), from which the (old) water supply is derived, yet it is suspected that the source lies far below in the older Nubian Sandstones recently tapped by deep borings which are taken into consideration in the present studies.

Wadi El-Natrun :

This area represents another regime where the groundwater supply is suspected to be due to seepage from the River Nile, although the artesian Nubian source is not to be excluded.

(B) *PRINCIPAL AQUIFERS IN LIBYA*[1,7-9]

In Libya, the largest reserve of underground watre is found in the Western part of Fezzan, in spite of its desert environment. Most of this region is underlain by water-bearing sandstones containing artesian water.

In Western Fezzan there are four major ground-water provinces in which the water is obtained from four entirely different and separate reservoir systems, namely :

1) Cambrian and Ordovician sandstones of the Ghatt El-Barkat area.
2) Devonian sandstones that underlie the Shatti Valley.
3) Early Cretaceous sandstones of the Nubian series which are exposed at or lie only a short distance below the surface of most of the eastern half of the area.
4) The unconsolidated deposits of sand, gravel and marl which generally underlie the surface of the broad valleys bordering the great sand areas.

EXPERIMENTAL

The following Table (1) gives the localities from which samples were collected and analysed.

Table (1)

Country	Locality	No. of samples collected	Country	Locality	No. of samples collected
LIBYA	El-Sahel	2	U.A.R.	Wadi El-Natrun	6
	El-Gufra	6		Baharia	13
	Wadi El Shatti	17		El-Heiz	1
	Sebha	5		Farafra	8
	Wadi El-Agale	12		Abu-Mungar	3
	Tragen	3		Dakhla	4
	Gatrun	1		Kharga	3
	Benghazi	9		East Desert (La-Quita)	1
	Shahat	1			
	El-Wahat	3			
	Ghat	2			
	El-Kufra	5			
	Jagbub	4			
	El-Merg	4			
	Total	74		Total	39

INVESTIGATIONS OF UNDERGROUND WATER IN THE SAHARA (U.A.R. and LIBYA)
I- CLASSIFICATION OF AQUIFERS AND WATERS

By

I.B. HAZZAA, M.S. YOUSEF and A.M. ESKANGI

Middle Eastern Regional Radioisotope Centre
For the Arab Countries, Dokki, Cairo, U.A.R.

ABSTRACT

Principal aquifers in U.A.R. and Libya were classified according to their geological age, then correlated with the composition of ground-water. A preliminary geo-hydro-chemical classification is constructed.

Quality maps were preparted on a regional scale for this part of the Sahara from which it was possible to identify three localities of good quality water and one locality of salt water. The two good quality ones comprise respectively the two artesian basins of Fezzan and the Western Desert of Egypt, and the coastal regions along the Mediterranean. It was also possible to detect salt water intrusion from the Mediterranean at the Gulf of Sirte and along its extension in a south eastern direction.

INTRODUCTION

Investigations of the underground water in the Sahara has become very important due to the vital need of such water. Some activities have been made in the region. The major aquifers in the Sahara are found in three kinds of formations [1] two of which are geologic series and a related group of formations formed in a particular period or epoch.

One of the series is the main geologic feature underlying the Sahara; a sandstone series that recent explorations have shown to be of lower Cretaceous age. This sandstone which in many places is interbedded with shale and marl is more than a thousand metres thick and rests on Paleozoic of Precambrian rocks that are impervious to water. It is the Nubian Sandstone Continental intercalaire.

Overlying this sandstone series is a limestone and marl series of marine origin, dating from periods when much of the Sahara was under water. About a thousand metres thick, it is of Upper Cretaceous and Lower Eocene age and almost impervious to water. Above it lies the second major aquifer formation, a sandstone series of Miocene-Pliocene age. This series also about a thousand metres thick, is called the continental Terminal and represents the second important aquifer of the Sahara.

The third class of aquifer is represented by sand dunes, river beds and other surface formations dating from the Pleistocene and Recent epochs.

The present work aims at investigating various characteristics of the aquifers and waters in the Sahara.

REFERENCES

1) "Lehrbuch des Stahlbetonbaues", by Prof. Dr. tech. A. Pucher Springer Verlag, Wien 1961.

2) "Journal of the Institution of Structural Engineers, May 1955" 11 Upper Belgrave Street, London, S.W. 1.

3) "Journal of the Construction Division, September 1966" American Society of Civil Engineers.

4) "Berechnung von Baukonstruktionen nach den Grenzbeanspruchungen" by Prof. Dr. W.M. Keldysch, VEB Verlag Technik, Berlin 1953.

5) "Recommendations for an International Code of Practice for Reinforced Concrete" American Concrete Institute, Cement and Concrete Association.

6) "Experimental Investigation into the Behaviour of Reinforced Concrete Frames", by Dr. Ing. M. Nasr Proceedings of the Engineering Societies, U.A.R. Vol. II, No. 2, April 1963.

2. None of any deformations, allowed in the limit state, take place during the period of using the structure.
3. The economical aspects are thoroughly respected.

The following table, recommended by ZNIPS (4), submits values for the overloading factor ω, which the designer can use in calculating the straining actions in the limit stage.

Table 3 Overloading Factor

Type of Loading	Specified Service Load kg/m²	Overloading Factor ω
1. Own Weights.	—	1.10
2. Flooring, Roofing.	50—200	1.40
3. Dwellings, Offices, Class-rooms.	100—200	1.40
4. Office-Buildings, Halls, Hotels and Hospitals.	300	1.30
5. Stairs, Entrances, Terraces and Balconies.	300—400	1.40
6. Public Buildings, Small Shops, Restaurants, Assembly Rooms and Industrial Buildings.	400	1.20
7. Cinemas, Theatres, Club-houses, Museums and Central Big Shops.	500	1.20
8. Libraries, Baggage rooms, Stores, Garages, Warehouses, Passengers Platforms and the like.	> 500	1.20
9. Hydro-static fluid pressures, Earth pressures.	—	1.10
10. Vertical and horizontal crane loads.	—	1.30
11. Wind loads.	—	1.20
12. Dynamical loads *.	—	1.20

* Railway bridges, turbine structures and similar buildings subject to special dynamical loads require a special evaluation of the overloading factor.

CONCLUSIONS

The present paper submits a comprehensive survey of the design methods followed in reinforced concrete structures. It has been emphasised that the calculations based on the allowable stresses do not secure a homogeneous safety all over the structure. In addition it gives reinforcements weak in tension and always wasteful in compression. The design based on choosing a factor of safety against collapse (Ultimate Load Design) does not involve a satisfied guarantee against the exessive deflections and the formation of wide cracks.

The "Limit Deformation Method" (Limit Load Design) is highly appreciated for designing reinforced concrete structures. This method is based mainly on the investigation of :

1) Limit deformation on the carrying capacity (Stability and Strength).
2) Limit deformation on deflection.
3) Limit deformation on formation of cracks.

It is easy to work out tables for designing reinforced concrete structures, by developing the equations of equilibrium derived from the plastic theory.

From Fig. 9 [4] the humogeneity factor of concrete ρ_o is given by :

$$\rho_o = 1 - 3 \times \frac{13.3}{100} = 0.601$$

The ZNIPS [4] recommends the following values :

For concrete having
$C_{28} = 50 - 300 \ kg/cm^2 \quad \rho_c = 0.55$

For concrete having
$C_{28} = 300 - 600 \ kg/cm^2 \quad \rho_c = 0.65$*

From the above mentioned analysis the computation of the internal forces in the limit deformation design can be assessed on the following values :

σ_p & ε_p = specified concrete prism strength and its corresponding strain.

σ_y & ε_y = specified yield stress of steel and its corresponding strain.

$\bar{\Phi} = 0.55 - 0.65$ for concrete.

$\bar{\Psi} = 0.85 - 0.90$ for steel.

By fixing the values of $\bar{\Phi}$ and $\bar{\Psi}$, the equations (8), (11), (13), (14), and (15) can be developed enabling the establishment of the design tables used for dimensioning reinforced concrete structures by the method of limit deformations.

II.22) External Force producing Limit Deformation (Overloading Factor ω :

The standard loads are the specified values of the service loads which take place under the normal use of the structure. The increase of dead and live loads, the influence of dynamical action, the deviation of the geometrical shape of the structure, and the statical calculations computed by the theory of structures ... etc, are factors that can lead to high values of the straining actions. This may cause the structure to reach the "limit deformation".

The concept of a general factor ν, to be multiplied by the straining actions caused by the service loads, does not represent the real stage of loading, which produces limit deformation. This may be clarified as follows :

a) The dead loads do not differ more than 10 — 15 % of the assumed weights of any structure.

b) For eccentrically loaded sections, the edge stresses are computed by :

$$\sigma = \pm \nu \frac{N}{A} \pm \nu \frac{M}{Z} \quad \text{where :}$$

A & Z = area and modulus of section

N & M = thrust and moment due to service load.

This means that for each summation, the induced stresses, due to service loads, have to be increased by ν , to reach the edge strength. In fact, the real final stress is smaller than the sum of each stress produced by every individual straining action. On the other hand any deviation of N and M can lead to stresses higher than those determined from the above mentioned formula.

c) In case of continuous beams, or in general for statically indeterminate structures, the application of a general factor of safety ν, will lead to smaller values of bending moments, if the permanent load acts oppositely to the redundant moments and higher values, if it acts in the same sense as the resultant moment.

The main aim of the design according to the "Limit Deformation Method" is the assurance that the deformations produced by the loads in limit stage are less than the allowable limits of these deformations. Therefore an overloading factor $\omega > 1.0$ has to be so selected that the carrying capacity of the structure is not endangered. In other words this overloading factor ω must be specified that :

1. The assumptions, made to guarantee the safety, are minimised.

* Successive and strict control in producing this special concrete permit this high value.

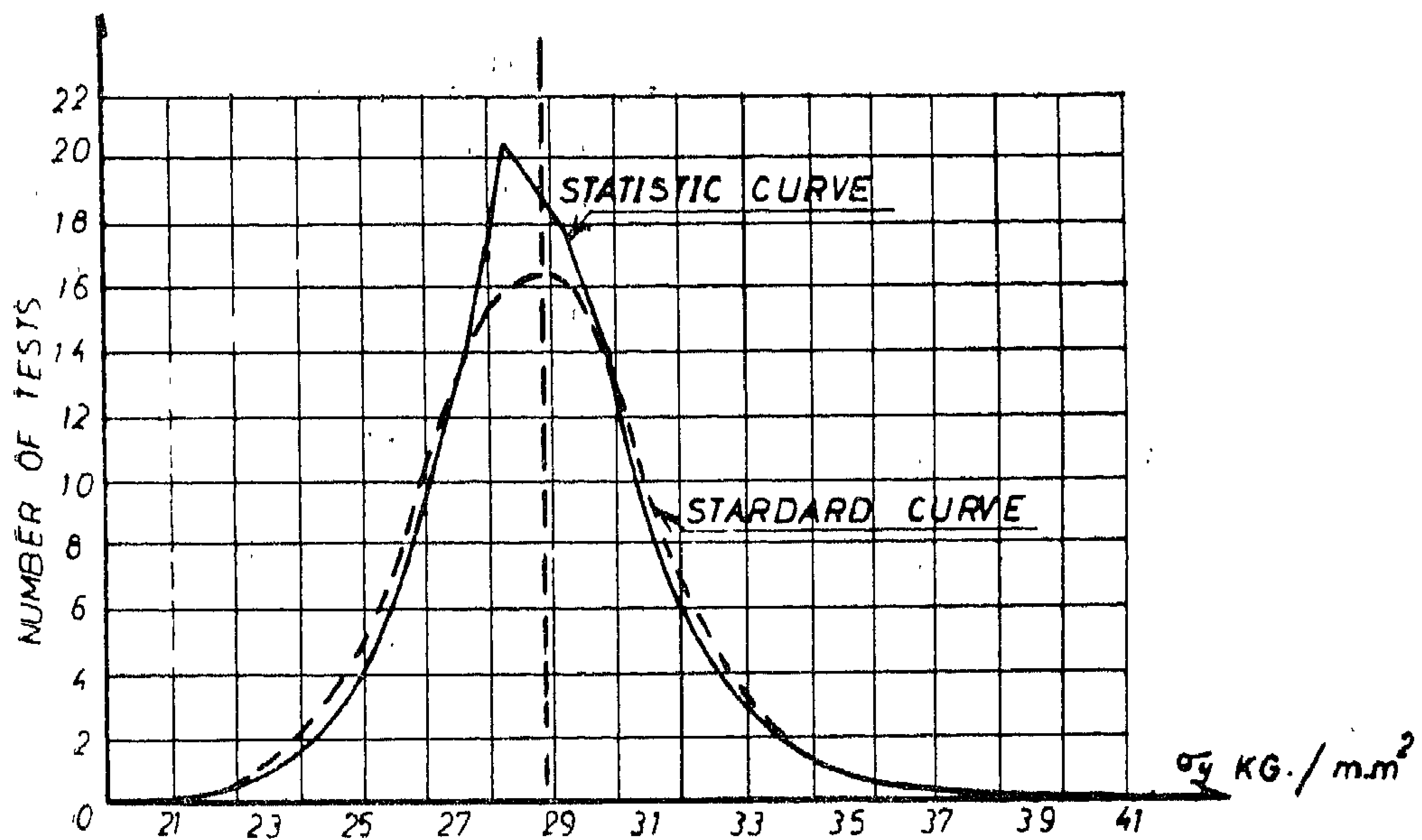


FIG. 8. DISTRIBUTION OF THE DEVIATION OF YIELD STRESS OF MILD STEEL FROM THE SPECIFIED YIELD STRESS ($\eta = 2,38\%$)

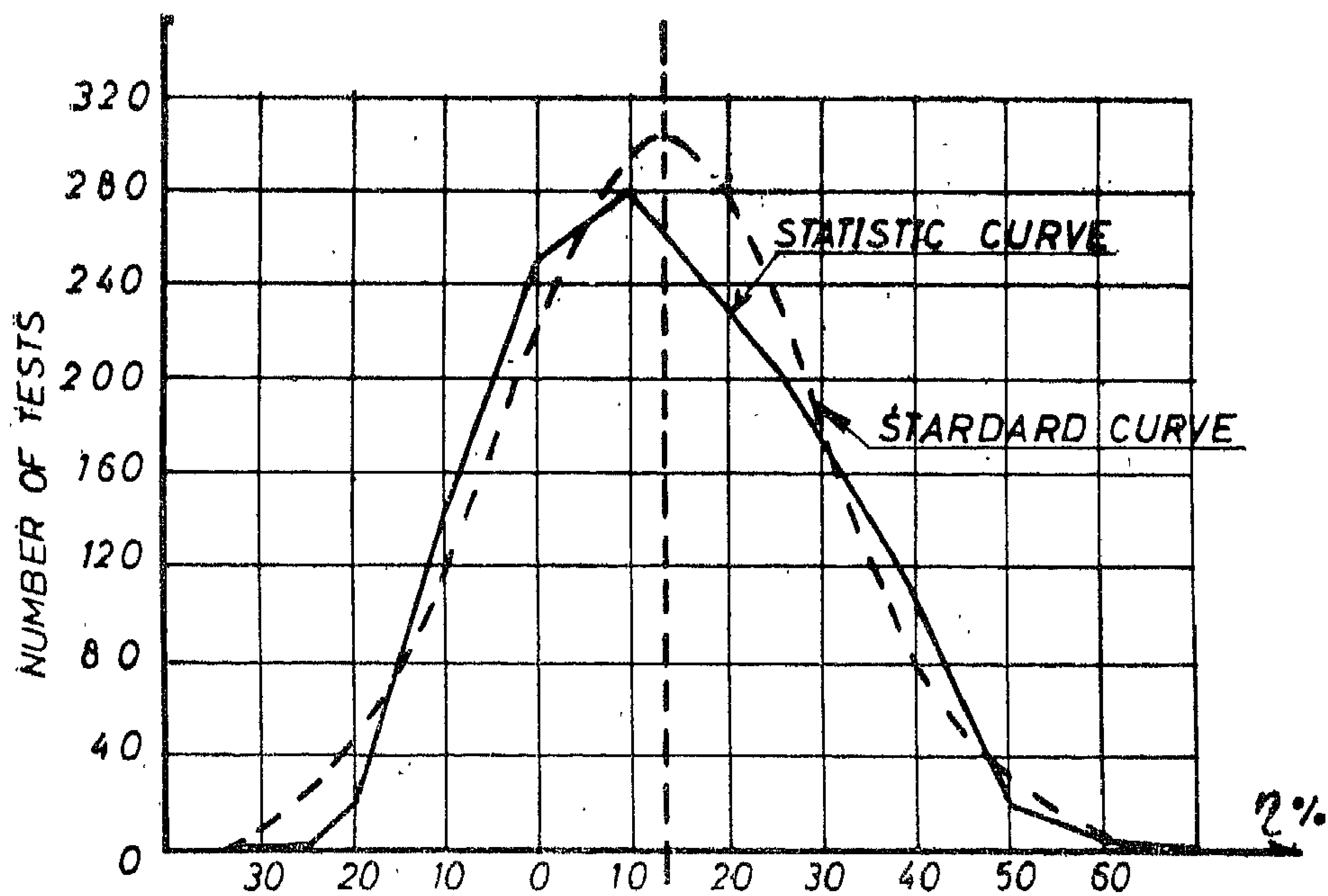


FIG. 9. DISTRIBUTION OF THE DEVIATION (η) OF THE COMPRESSIVE CONCRETE STRENGTH FROM THE SPECIFIED STRENGTH ($\eta = 13,3\%$)

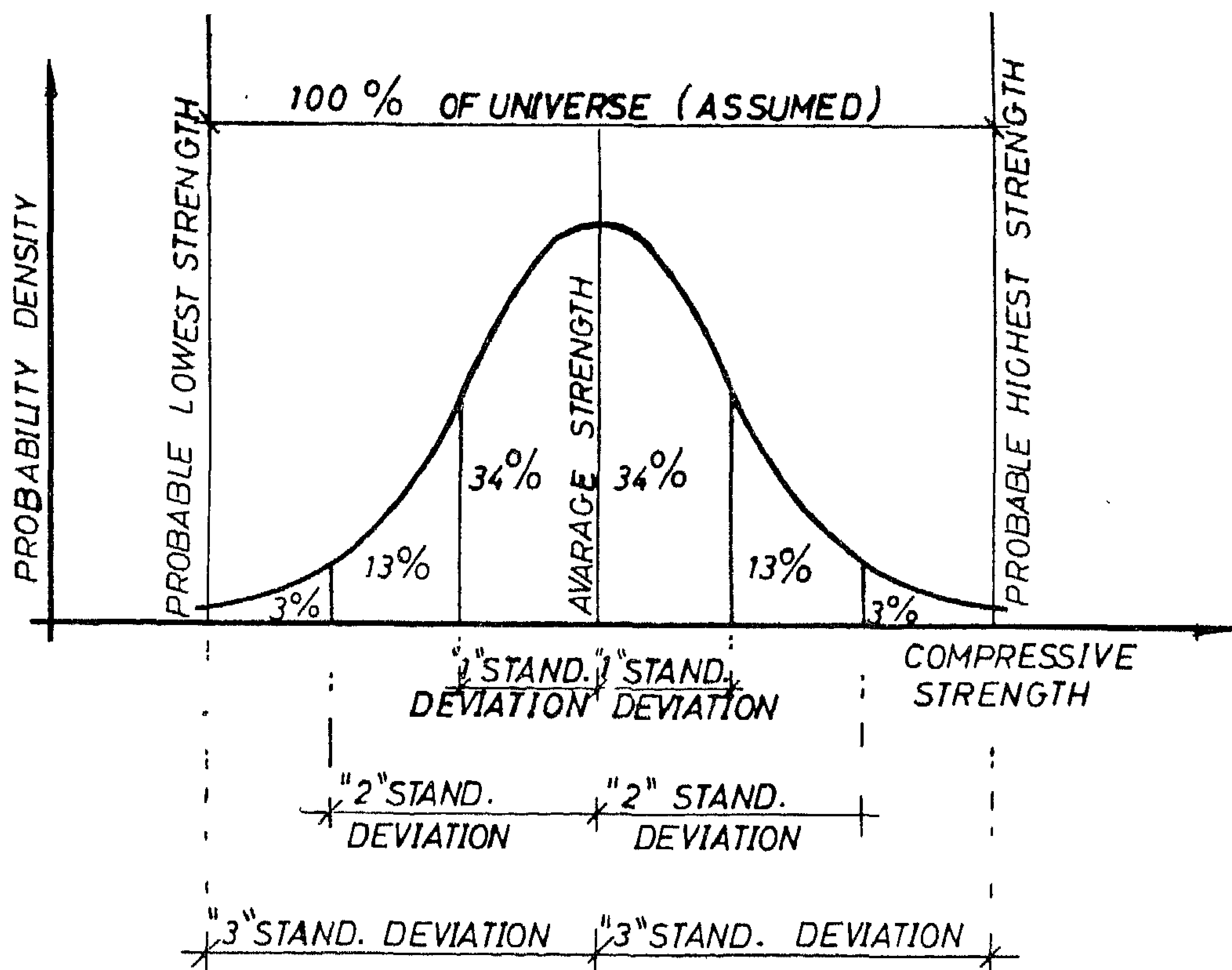


FIG.7. STANDARD PROBABILITY CURVE

The limit deformation designing method assumes a diminution in the actual strength than the specified one. A homogenity factor $\rho < 1,0$ is recommended to describe the bulky character of the factors affecting the deviation of the real strength. For reinforced concrete structures, the quality of raw materials, human element involved in manufacturing cement and steel, technique of execution, elasto-plastic behaviour of materials, creep & shrinkage effect, and fatigue action ... etc. are factors that may lower the strength of concrete and steel below the specified strengths adopted in design. The evaluation of the homogenity factor ρ for both materials can be derived from the simple relation :

Homogenity Factor ρ :

$$\rho = 1 - m \frac{\sigma}{R} = 1 - m\,\eta$$

where :

R = average strength

σ = the standard of the distribution of the probability curve

m = a positive number = 3.

From data shown in Fig. (8), [4] the homogenity factor for steel ρ_s is given by :

$$\rho_s = 1 - 3 \times \frac{2.38}{100} = 0.9286$$

For practical design purposes, the following values were recommended by ZNIPS [4] "Central Scientific Research Institute for Industrial Installations" USSR.

For normal mild steel and cold-drawn steels $\rho_s = 0.85$

For high grade steels $\rho_s = 0.90$

b) *Public Building*

Factors A = g   From table 1.
B = g   X (factor) = 1.75
C = g
Factors D = v.s   From table 2.
E = s   Y (factor) = 1.5

Therefore factor of safety

$$\nu = 1.75 \times 1.5 = 2.625 = 2.65$$

II.2) Limit Load Design :

In reinforced concrete structures, excessive deflection and wide cracks are produced earlier than failure. Therefore the safety is much more assured, if the design is based on that loading stage at which the structure begins to be useless. This stage is known as the "LIMIT DEFORMATION" and the loads producing it are known as the "limit loads."

The basic idea of designing reinforced concrete structures by means of "the limit Deformation Method" is to involve a full guarantee that, during the period of using the structure, no prohibited deformations will be produced either in the whole structure or in a part of it. In order to base our design on a reasonable feature, one has to differentiate between three types of limit deformations :

a) *Permanent Excessive Deformation :* when this takes place, the carrying capacity is so over-passed that the structure becomes unfit and under no circumstances will it be allowed for any further use.

b) *Dangerous Deformation caused by Dynamical Effect:* Due to the change of the dynamical loading and/or over-oscillating, deformations are so produced that the structure strength and its stability are seriously endangered. Consequently it will be improbable for the structure to be of any further utility.

c) *Wide Cracks:* This type of deformations, when occur, will utterly reduce the resistance and stability of the structure and render it practically unusable. This is due to lack of water tightness and the probability of rust formation.

Therefore, the important factors, that can affect the state of the limit deformation, are grouped in :

* Factors affecting the quality and the mechanical properties of the materials, from which the structure is executed (Homogenity Factor ρ).
* Factors affecting the External loading and External Influences (Overloading Factor ω).

II.21) Quality and Properties of Materials (Homogenity Factor ρ) :

Experienced investigation has shown that the quality and the mechanical properties of the building materials can not be described by means of permanent homogenous factors. In fact, the change and deviation of the values of the materials strength are characters of such properties. The resistance and properties of reinforced concrete as a building material depend on :

a) Conditions of natural matrials (Aggregates)

A thorough study of the change of concrete strength due to the use of aggregates from different quarries, can offer a sound factor for evaluating the reflection of natural materials on concrete strength.

b) Conditions of producing artificial materials

Reinforced concrete is an artificial building material. Its main components, cement & steel are also artificially produced and have a major influence on reinforced concrete resistance which depends on the different techniques used in manufacturing the cement and steel.

For concrete and steel the statistical analysis of the numerous test results has been used as a tool to determine the specified strength. The most appropriate solution was the adaption of the probability curve [3] shown in figure 7. When applied to concrete and steel, as shown in figures 8 and 9, the specified concrete and steel strengths comply with the probability curve.

Table 1. Values of X factors

Characteristic		B =		
	v.g	g	f	p
A = v.g & C = (v.g	1.1	1.3	1.5	1.7
(g	1.2	1.45	1.7	1.95
(f	1.3	1.6	1.9	2.2
(p	1.4	1.75	2.1	2.45
A = g & C = (v.g	1.3	1.55	1.8	2.05
(g	1.45	1.75	2.05	2.35
(f	1.6	1.95	2.3	2.65
(p	1.75	2.15	2.55	2.95
A = f & C = (v.g	1.5	1.8	2.1	2.4
(g	1.7	2.05	2.4	2.75
(f	1.9	2.3	2.7	3.1
(p	2.1	2.55	3.0	3.45
A = p & C = (v.g	1.7	2.15	2.4	2.75
(g	1.95	2.35	2.75	3.15
(f	2.2	2.65	3.1	3.55
(p	2.45	2.95	3.45	3.95

II.12) Group Y: Factors influencing the seriousness of collapse results :

Factor D: *Danger to personnel*

Factor E: *Economic Considerations.*

The assessment of the factors D and E is evaluated in terms of three categories :

Not Serious	(n.s)
Serious	(s)
Very Serious	(v.s)

Table 2. Value of Y factors

Characteristic		D =	
	Not serious	Serious	Very serious
E = (Not serious	1.0	1.2	1.4
(Serious	1.1	1.3	1.5
(Very serious	1.2	1.4	1.6

Having evaluated the X and Y factors, the appropriate factor of safety against failure ν is given by :

ν = X (factor). Y (factor)

Examples :

a) *Water Tank*

Factors A = g
B = v.g
C = g

From table 1.
X (factor) = 1.45

Factors D = n.s
E = s

From table 2.
Y (factor) = 1.1.

Thus factor of safety ν

$\nu = 1.45 \times 1.1 = 1.595$
$= 1.6$

finite form $\bar{\Phi} = \bar{\Phi}\ (\Phi)$ of the reduced deformation curve of concrete. The concept of the reduced deformation curve of steel ($\bar{\Psi}$) produces, to a certain extent, an influence on the value β.

I.2) Plastic theory applied to stage of Service loads :

In view of the previous analysis, design tables can be obtained by fixing the permissible strains, produced under the effect of service loads. The development of equations (8), (11), (13), (14) and (15) is then achieved by choosing a suitable reduced deformation curve of concrete and steel; determining the special functions Φ and Ψ. The definite values ε_p, σ_p and ε_y , σ_y are known according to the used type of concrete and steel.

"II" DESIGNING BASED ON FAILURE LOADS

II.1) Ultimate Load Design :

Some designers establish their calculations by taking a factor of safety against collapse. In this respect the internal forces are computed by applying equations (8), (11), (13), (14) and (15) providing that .

σ_p = the strength of concrete at failure (Prism Strength)

ε_p = the strain of concrete at failure

σ_y = the strength of steel at failure (Ultimate Strength)

ε_y = the strain of steel at failure

$$\Phi = \bar{\Phi} = \Psi = \bar{\Psi} = \text{unity}$$

For computing the external forces in the ultimate stage, usually one is satisfied by multiplying the external forces, produced by the service loads, by a factor of safety. This assumption is not always right, because of the formation of the plastic hinges, which produce a redistribution of the ultimate external forces. However a careful assessment of the factors of safety is highly appreciated to standardise the designing procedure. The "Institution of Structural Engineers" (2) proposed the following two tables to select the proper factor of safety against failure.

II.11) Group X : Factors influencing the probability of collapse

Factor A: *Workmanship;* having regard to inspection, maintenance and materials.

Factor B: *Loading* ; having regard to control of use.

Factor C : *Accuracy of Analysis;* having regard to type of structure.

The rating of the factors A, B, and C are :

Very Good	(v.g.)
Good	(g)
Fair	(f)
Poor	(p)

A "good" or "very good" rating is adopted when the character of any of the above mentioned factors is such that the probability of collapse is relatively small. On the other hand, when the circumstances are such that the risk of collapse is relatively high, the rating should be "fair or "poor".

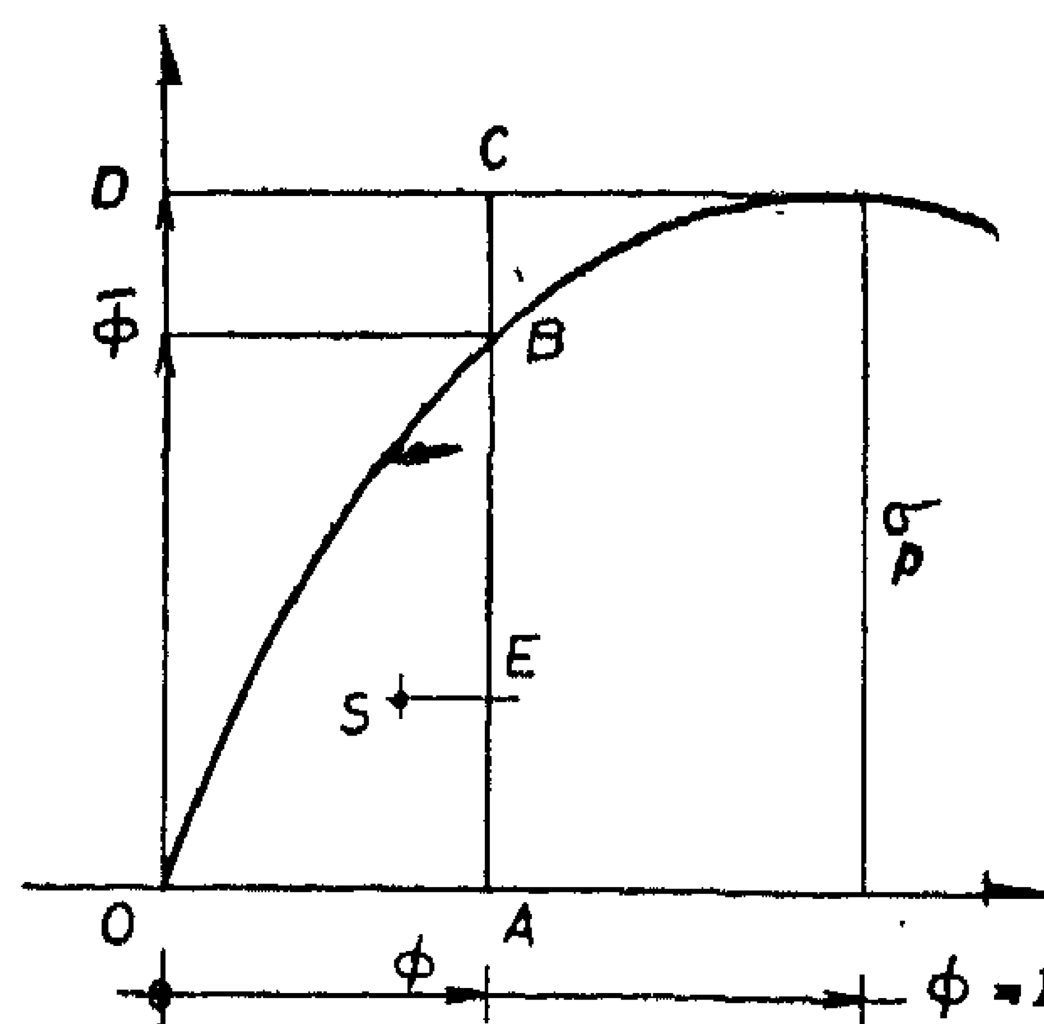


FIG.6 – GEOMETRICAL EXPLANATION OF THE VALUES $\chi(\Phi)$ AND $\lambda(\Phi)$

Consequently the concept of the reduced deformation curves of concrete and steel provides the determination of the internal forces which depend on Φ, Ψ, ε_p, σ_p, ε_y, σ_y

The condition of equilibrium necessitates that $\Sigma N = 0$ & $\Sigma M = 0$.

Hence

$$C = T$$

i.e. $\chi \cdot \xi \cdot \sigma_p \cdot b \cdot d = A_s \cdot \bar{\Psi} \sigma_y$

From which we get :

$$\frac{A_s}{bd} \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_p} = \mu \cdot \beta = \frac{\chi \xi}{\Psi} \qquad (11a)$$

The ratio $\beta = \frac{\sigma_y}{\sigma_p}$ depends on the quality of steel & concrete and does not depend on the stage of deformation.

$$\mu = \frac{A_s}{b\ d} \qquad (11b)$$

$$C\ y_{ct} = T\ y_{ct} = M$$

substituting from (5) & (8)

$$M = \chi \xi (1 - \lambda \xi) \sigma_p b d^2$$

The specific carrying capacity m. is given by :

$$m = \frac{M}{\sigma_p\ bd^2} = \chi \xi (1 - \lambda \xi) \qquad (12)$$

$$d = \gamma \sqrt{\frac{M}{\sigma_p\ b}} \qquad (13)$$

where :

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{\chi \xi (1 - \lambda \xi)}} \qquad (14)$$

Also

$$M = A_s \cdot \bar{\Psi} \cdot \sigma_y \cdot \zeta d$$
$$= A_s \cdot \sigma_s \cdot \zeta d$$

$$A_s = \frac{M}{\bar{\Psi} \cdot \sigma_y \cdot \zeta d} = \frac{M}{\sigma_s \cdot \zeta d} \qquad (15)$$

The equations (8), (11a), (11b), (13), (14) and (15) can be used for dimensioning reinforced concrete sections. With the three values γ, ζ and β design tables can be worked out based on the determination of Φ, Ψ and the parameter $\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_p}$. Such tables are valid for a de-

The internal compression C is given by :

$$C = \int_{u=o}^{u=z} . b\, du$$

$$= \frac{\xi}{\Phi} . \sigma_p . B . d \int_{\alpha=o}^{\Phi} \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} d\alpha$$

$$= \chi . \xi . \sigma_p . B . d \qquad (5)$$

where the integral :

$$\chi = \frac{1}{\Phi} \int_{\alpha=o}^{\Phi} \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} d\alpha \qquad (6)$$

depends on : 1) the degree of strain (Φ)

2) the shape of the deformation curve ($\bar{\Phi}$)

3) the shape of the concrete compression zone $\frac{b(u)}{B}$

χ is dimensionless and can be easily calculated since the numerical evaluation is simple

The distance of the internal compression from the neutral axis is given by :

$$y = \frac{M_o}{C} = \frac{1}{C} \int_{u=o}^{z} \sigma . b\, u\, du$$

$$= (\frac{\xi}{\Phi})^2 \frac{\sigma_p B d^2}{C} \int_{\alpha=o}^{\Phi} \alpha \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} d\alpha$$

Considering the values given in (5) & (6)

$$z - y = \xi d - y$$

$$= \xi d \left[1 - \frac{1}{\Phi^2 \chi} \times \int_{\alpha=o}^{\Phi} \alpha \Phi(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} d\alpha \right]$$

Substituting the dimensionless function λ

$$\lambda = \left[1 - \frac{1}{\Phi^2 \chi} \times \int_{\alpha=o}^{\Phi} \alpha \bar{\Phi}(\alpha) \frac{b(\alpha)}{B} d\alpha \right] \qquad (7)$$

which can be evaluated as χ

The arm between the internal forces :

$$y_{ct} = d - (z - y)$$

$$= d(1 - \lambda \xi)$$

$$= \zeta d \quad \text{where} : \zeta = (1 - \lambda \xi) \qquad (8)$$

The tensile force in the steel reinforcements is given by :

$$T = A_s \sigma_s = A_s \bar{\Psi} \sigma_y \qquad (9)$$

Application to rectangular section :

Substituting $B = b$ & $\frac{b}{B} = 1$, the equations are simplified to :

$$\chi = \frac{1}{\Phi} \int_{\alpha=o}^{\Phi} \bar{\Phi}(\alpha) d\alpha \qquad (10a)$$

$$\lambda = 1 - \frac{1}{\Phi^2 \chi} \int_{\alpha=o}^{\Phi} \alpha \bar{\Phi}(\alpha) d\alpha \qquad (10b)$$

where equations (5), (8) & (9) remain unchanged.

The values χ & λ can be explained geometrically (Fig. 6).

χ represents the ratio $\frac{\text{Area OAB}}{\text{Area OACD}}$

λ represents the ratio $\frac{\text{SE (C.G. of Area OAB)}}{\text{OA}}$

The geometrical explanation of equations (10a) & (10b) facilitates the evaluation of χ & λ either geometrically or numerically.

The evaluation of the parameters Φ & Ψ, which can be fixed according to any required stage of strain, and the dimensionless functions $\bar{\Phi}$ & $\bar{\Psi}$, which depend on the shape of the stress-strain curve and not on the absolute values, is available without making special assumption of the deformation curve of the material. The functions $\bar{\Phi} = \bar{\Phi}(\Phi)$ and $\bar{\Psi} = \bar{\Psi}(\Psi)$ can be considered as a "Reduced Deformation Curve".

By fixing the state of the deformation and applying Bernoulli assumption, the position of the neutral axis can be determined as shown in Fig. 4.

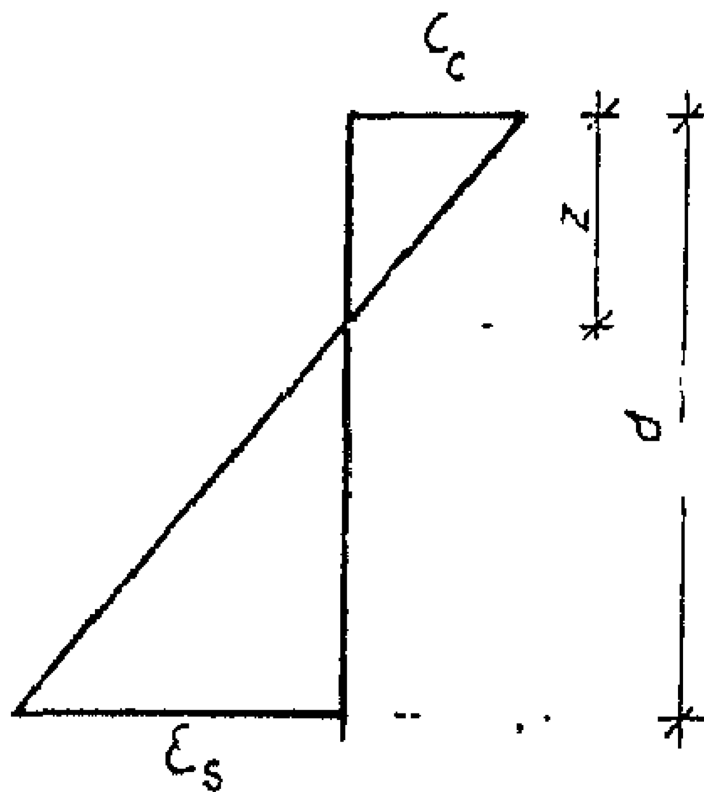


FIG-4-STRAIN DISTRIBUTION

$$z = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \varepsilon_s} d = \frac{\Phi\ \varepsilon_p}{\Phi\ \varepsilon_p + \Psi\ \varepsilon_y} . d = \frac{\Phi}{\Phi + \frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_p} \Psi} . d = \xi . d \qquad (3)$$

where :

$$\xi = \frac{\Phi}{\Phi + \frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_p} \Psi} = \xi \left(\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_p}, \Phi, \Psi\right) \qquad (4)$$

ξ is a function of $\left(\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_p}, \Phi, \Psi\right)$

Therefore the position of the neutral axis depends on the definite values of strain ε_p & ε_y as absolute, in addition to the state of deformation (Φ & Ψ), however independent of the form of the deformation curve of concrete and steel.

The computation of the internal compression $C = \int \sigma\, dA$ and its acting position can be derived easily from Fig. 5 where the breath of the section is variable and function of u:

$$b(u) = B \frac{b(u)}{B}$$

where B is a chosen fixed value

and $\frac{b(u)}{B}$ is dimensionless.

For rectangular section $\frac{b(u)}{B}$ equals constant = unity and B = b.

By choosing a dimensionless integration variable α for :

$$u = \frac{\alpha}{\Phi} . z = \alpha . \frac{\xi}{\Phi} . d$$

$$du = \frac{\xi}{\Phi} . d . d\alpha$$

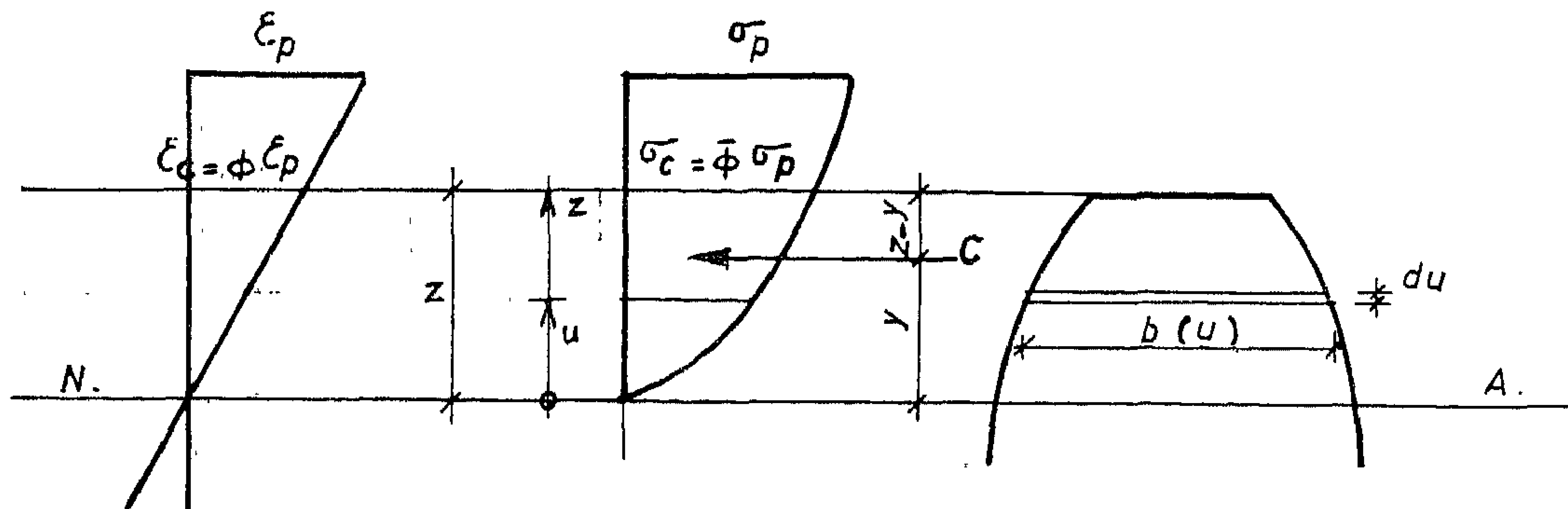


FIG. 5. STRAIN AND STRESS DISTRIBUTION IN THE COMPRESSION ZONE WITH VARIABLE BREADTH (b)

For computation of steel reinforcements, the general tendency of the modular method is to provide too little steel in tension and excessive steel in compression, due to the limitations of modular ratio. The experimental results[6] have envisaged that designs based on elastic theory give reinforcements often weak in tension and always wasteful in compression, without having a homogeneous factor of safety throughout the whole structure.

It is not aimed here to reject completely the allowable stresses procedure, but it seems essential to follow a design method involving the plastic deformation of concrete. This track leads us to study the plastic theory for determining the internal equilibrium of reinforced concrete sections subjected to simple bending.

PLASTIC THEORY

The application of the plastic theory to reinforced concrete sections, subjected to simple bending, as recommended by Prof. Dr. Ing. A. Pucher[1], is mainly based on Barnoulli assumption :

"Plane sections before bending remain plane after bending, namely strains are proportional to their distance from the neutral axis".

Fig. 2 shows the typical stress-strain curve of concrete having the two definite values :

σ_p & ε_p as concrete compressive strength and its corresponding strain.

The variable strain ε_c and its accompanied stress σ_c* can be given in terms of ε_p & σ_p* as follows :

$$\varepsilon_c = \Phi \ \varepsilon_p$$

$$\sigma_c = \bar{\Phi} \ \sigma_p$$

$$\bar{\Phi} = \frac{\sigma_c}{\sigma_p} = \bar{\Phi}\ (\Phi) \qquad (1)$$

$\bar{\Phi}$ is a function of Φ

When applying the same analysis to steel, having the typical stress-strain curve, shown in Fig. 3, with the two definite values :

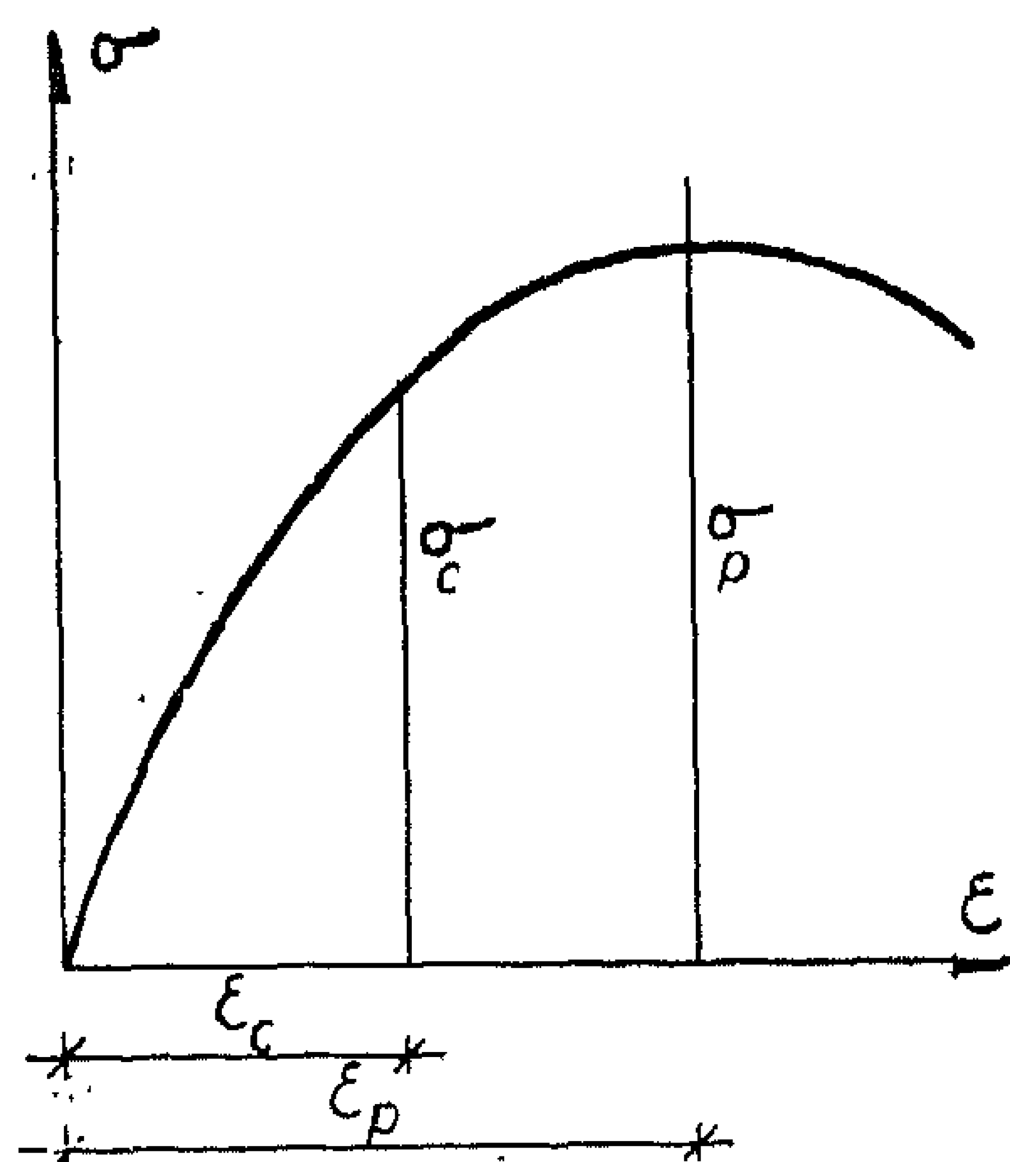


FIG.2.TYPICAL CONCRETE STRESS-STRAIN CURVE

σ_y & ε_y steel strength and its corresponding strain.

The variable strain ε_s and its accompanied stress σ_s are given in terms of ε_y & σ_y as follows :

$$\varepsilon_s = \Psi \ \varepsilon_y$$

$$\sigma_s = \bar{\Psi} \ \sigma_y$$

$$\Psi = \frac{\sigma_s}{\sigma_y} = \bar{\Psi}\ (\psi) \qquad (2)$$

$\bar{\Psi}$ is a function of Ψ

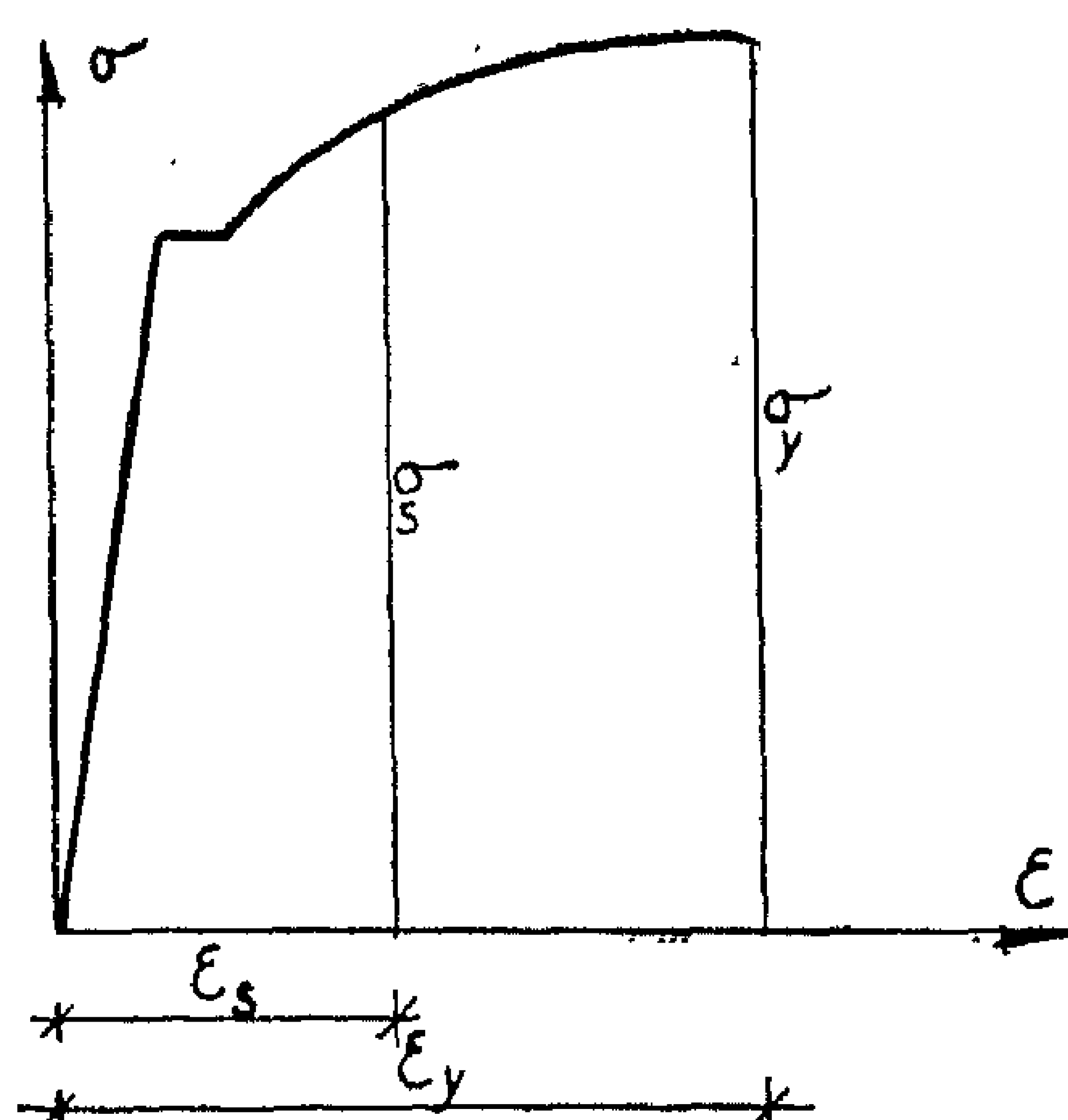


FIG.3.TYPICAL STEEL STRESS-STRAIN CURVE

* The adopted notations follow the international trend.

Experimental information, gained from many tests, has assured that concrete does not behave elastic even under the effect of very small loads. The ignoring of the plastic deformation which takes place under the action of the service loads can lead to serious errors, e.g. in columns steel reaches yield stress due to creep and shrinkage.

Fig. 1 shows the fluctuation of the allowable stresses, recommended in U.A.R., for different types of concrete.

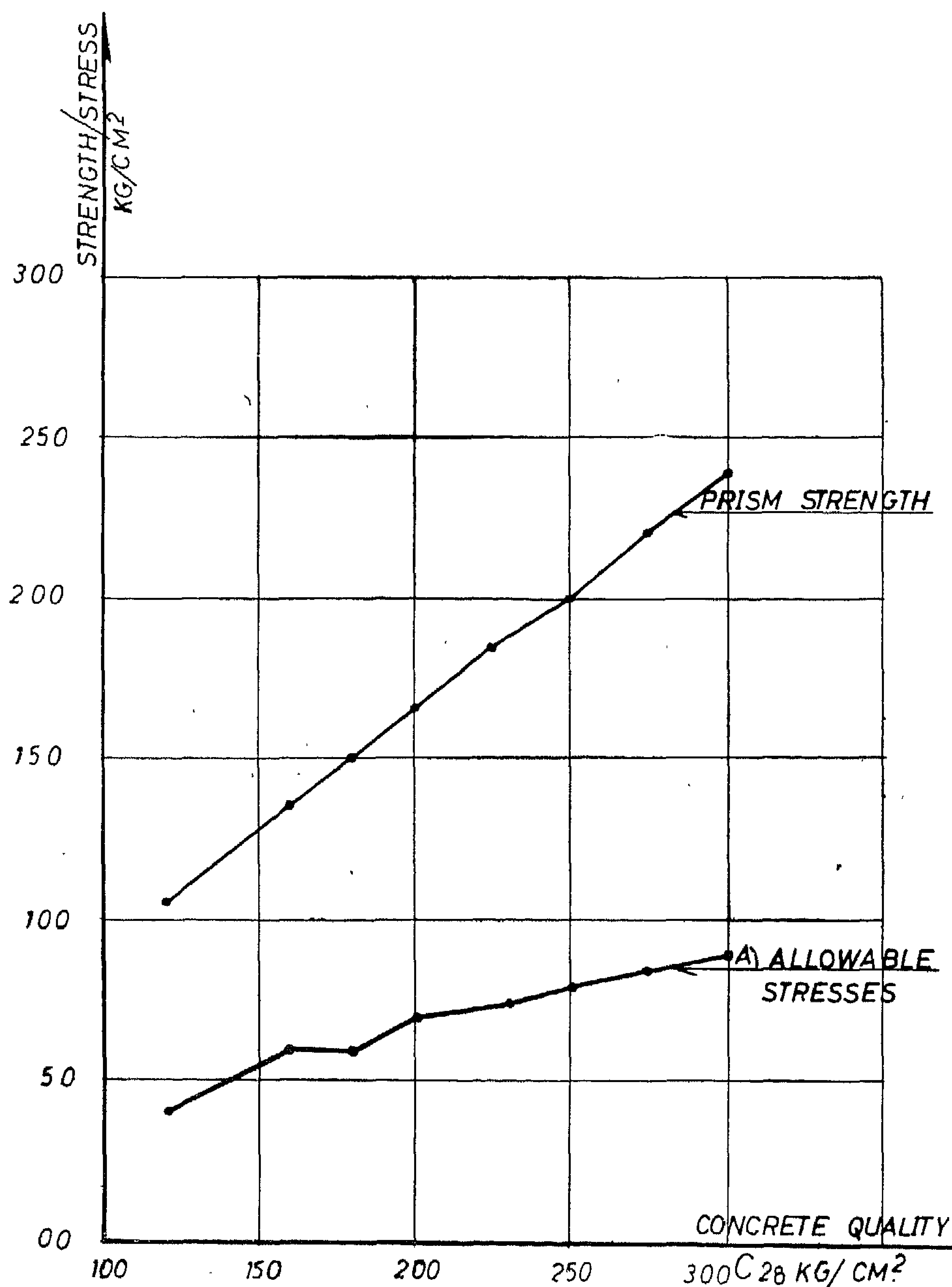


FIG. 1 - FLUCTUATION OF ALLOWABLE STRESSES IN U.A.R.

ANALYSIS OF DESIGNING REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

By

Dr. Ing. MAHMOUD NASR
Assistant Professor,
Faculty of Engineering, Cairo University.

INTRODUCTION

The design of any reinforced concrete structure aims mainly to secure the safety of the structure with an economical use of structural materials. Therefore the following requirements should be satisfied for each structure to a reasonable degree of probability :

1. The structure shall retain, throughout its life-span, a sound feature essential for fulfilling adequately the purpose for which it was constructed, without abnormal maintenance costs.
2. The structure shall retain, through its life-span, a complete state of stability to guarantee full safety to the users and/or general public.
3. The structure shall be so designed that adequate warning of danger is given by visible signs (formation of cracks, excessive deflection.... etc.) and none of these signs shall be evident under the action of working loads.

The misuse of any structure will endanger its safety. Good maintenance, regular inspection and restriction of over-loading will reflect directly on extending safely the life of the structure.

The main body of evidence regarding the safety of a structure, will usually take the form of design calculations. The conception of allowable stresses has been applied since many years and distinguished structures, designed according to the hypothesis of linear stress-distribution. are still existing. In the recent years the design of reinforced concrete structures, based on the plastic deformations, is an accepted alternative method. No matter what are the basis of all our practical design procedures, it is very essential to know the degree of accuracy of the concepted theories.

Through distinct assessment of the factors affecting the safety of the structure, the engineer may be able to base his design on sound study, that helps him to make the best use of the structural materials. Generally the margins of safety for reinforced concrete structure are grouped in two methods originated from:

— Designing based on service loads.

— Designing based on failure loads.

The present work is concerned mainly with the investigation of the safety of reinforced concrete structures, aiming to submit a comprehensive survey of the different degree of safety involved in each adopted method.

"I" DESIGNING BASED ON SERVICE LOADS

I.1) Elastic Theory or Modular Method :

Since many years, the modular method, based on the elastic theory, has been adopted as a tool for designing reinforced concrete structures, assuming that :

a) Concrete and steel are elastic materials.

b) Maximum stresses, produced under service loads in the sections, should not exceed the allowable standard values stipulated in the specifications or codes of practice.

Table 1 — Computed Minimum Values of k

rb	H	k			
		σ = 0.25	σ = 0.28	σ = 0.30	σ = 0.33
0.25	16	0.63	0.61	0.60	0.58
0.50	8	0.70	0.68	0.66	0.64
1.00	4	0.78	0.76	0.75	0.73
2.00	2	0.89	0.87	0.86	0.83
4.00	1	1.01	0.98	0.97	0.94
8.00	0.5	1.11	1.09	1.07	1.05
∞	0	1.33	1.30	1.28	1.25

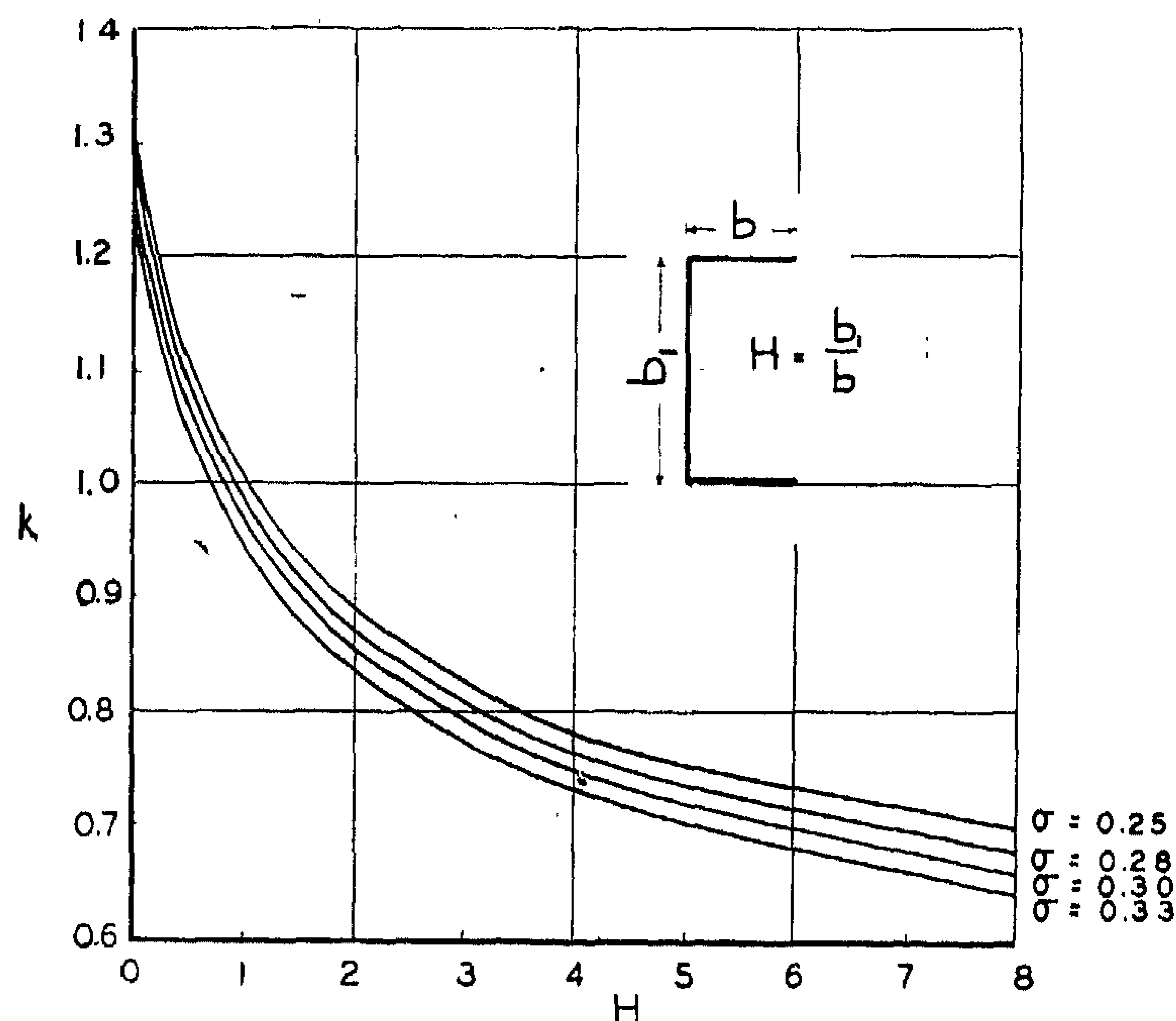


FIG. 5. COMPRESSION FLANGE CONSTANT k FOR CHANNEL SECTION BEAMS

The variation of k with H for channel section beams is shown in Fig. (5). The value of $(N_o)_{cr}$ may now be determined by substituting the value of k in (22).

The critical bending moment causing buckling of the compression flange of a fabricated I-section beam may now be determined using considerations of simple bending.

REFERENCES

1. TIMOSHENKO, S., "Theory of Elastic Stability", McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1936.

2. HARVEY, J. M., "Structural Strength of Thin-walled Channel Sections", Engineering, Vol. 175, March 6, 1953.

where

$$M = \pi \left\{ k^{1/2} \frac{1}{(\frac{a}{b})} - \frac{1}{(\frac{a}{b})^2} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$N = \pi \left\{ k^{1/2} \frac{1}{(\frac{a}{b})} + \frac{1}{(\frac{a}{b})^2} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

It may be seen that k depends on a/b, rb and σ.

Values of k calculated by computer for the case of $\sigma = 0.25$ and various values of rb are plotted against a/b in Fig. (4). Additional curves for m = 1, 2, 3 etc. may be obtained by keeping the k ordinate the same but multiplying the corresponding a/b ordinates by the value of m. The construction is indicated in Fig. (4) with respect to points A_1 and A_2.

The minimum values of k for the case of $\sigma = 0.25$ and various values of rb may be obtained from Fig. (4).

The equation for the coefficient of edge fixity r i.e. equation (17), may be rewritten as

$$H = \frac{4}{rb} \tag{24}$$

where

$$H = \frac{b_1}{b}$$

Computed minimum values of k for the cases of $\sigma = 0.25$, 0.28, 0.30 and 0.33 and various values of rb, also the corresponding values of H obtained from equation (24) are given in Table (1).

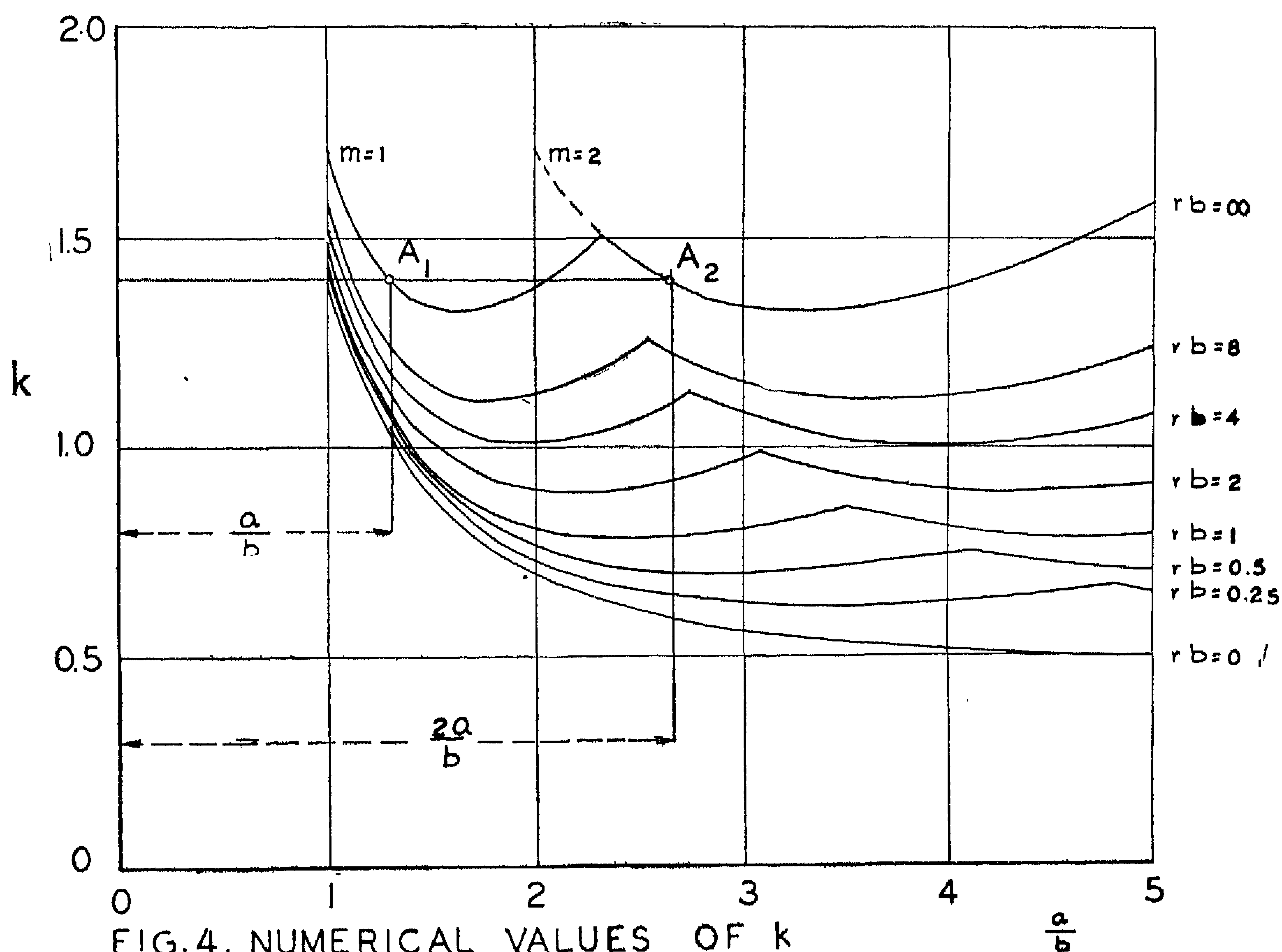


FIG. 4. NUMERICAL VALUES OF k

Applying the boundary conditions (14) and (15) in equation (18) the following two equations are obtained :

$$C_3\,(p\cos\beta b + s\cosh\alpha b + qs\sinh\alpha b) + C_4\,(p\sin\beta b + \frac{\beta}{\alpha}\,s\sinh\alpha b) = 0 \qquad (19)$$

$$C_3\,(-\beta s\sin\beta b + \alpha p\sinh\alpha b + q\alpha p\cosh\alpha b) + C_4\,(\beta s\cos\beta b + \beta p\cosh\alpha b) = 0 \qquad (20)$$

where

$$s = \alpha^2 - \sigma\frac{m^2\pi^2}{a^2},\quad p = \beta^2 + \sigma\frac{m^2\pi^2}{a^2} \text{ and } q = \frac{\alpha^2+\beta^2}{\alpha r}$$

The critical value of the compressive forces for flange plate instability is obtained by setting the determinants of equations (19) and (20) equal to zero. This gives

$$\begin{aligned} 2\alpha\beta sp &+ \alpha\beta(p^2+s^2)\cos\beta b\cosh\alpha b \\ &- (\alpha^2p^2-\beta^2s^2)\sin\beta b\sinh\alpha b \\ &+ \alpha\beta qs^2\cos\beta b\sinh\alpha b \\ &- \alpha^2qp^2\sin\beta b\cosh\alpha b = 0 \qquad (21) \end{aligned}$$

Since α and β contain N_o (see equation (2)), equation (21) can be used for the calculation of $(N_o)_{cr}$ if the dimensions of the plate and the elastic constants of the material are known. The smallest value of $(N_o)_{cr}$ is obtained by taking $m = 1$, i.e. by assuming that the plate buckles in one half wave in the direction of compression.

Computation of the Critical Bending Moment:

It is readily seen that equation (21), while giving $(N_o)_{cr}$, is most inconvenient to handle. The value of $(N_o)_{cr}$ must be calculated by a trial and error solution for each case depending on the physical dimensions of the channel section beam and the elastic constants of the material. A more direct solution for $(N_o)_{cr}$ is now given.

The value of $(N_o)_{cr}$ may be represented in the form :

$$(N_o)_{cr} = k\,\frac{\pi^2 D}{b^2} \qquad (22)$$

in which k is a numerical factor. Substituting (22) in (21) and taking $m = 1$ we get

$$\begin{aligned} &\left\{k - \frac{1}{(\frac{a}{b})^2}\right\}^{1/2}\left\{k - \frac{(1-\sigma)^2}{(\frac{a}{b})^2}\right\} \\ &+ \left\{k - \frac{1}{(\frac{a}{b})^2}\right\}^{1/2}\left\{k + \frac{(1-\sigma)^2}{(\frac{a}{b})^2}\right\}\cos M\cosh N \\ &- \left\{\frac{(1-\sigma)^2}{(\frac{a}{b})^3} + k\,\frac{1}{(\frac{a}{b})} - 2k\,\frac{(1-\sigma)}{(\frac{a}{b})}\right\}\sin M\sinh N \\ &+ \frac{\pi}{rb}\left\{k^{1/2}\,\frac{1}{(\frac{a}{b})} - \frac{1}{(\frac{a}{b})^2}\right\}^{1/2}\left\{k^{3/2} + 2k\,\frac{(1-\sigma)}{(\frac{a}{b})} + k^{1/2}\,\frac{(1-\sigma)^2}{(\frac{a}{b})^2}\right\}\cos M\sinh N \\ &- \frac{\pi}{rb}\left\{k^{1/2}\,\frac{1}{(\frac{a}{b})} + \frac{1}{(\frac{a}{b})^2}\right\}^{1/2}\left\{k^{3/2} - 2k\,\frac{(1-\sigma)}{(\frac{a}{b})} + k^{1/2}\,\frac{(1-\sigma)^2}{(\frac{a}{b})^2}\right\}\sin M\cosh N = 0 \end{aligned} \qquad (23)$$

$$w_1 = 0 \tag{8}$$

$$D_1 \frac{\partial^2 w_1}{\partial y_1^2} = - M_1 \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \quad \text{for} \quad y_1 = 0 \tag{9}$$

$$\left.\begin{aligned} w_1 &= 0 \quad (10) \\ \frac{\partial w_1}{\partial y_1} &= 0 \quad (11) \end{aligned}\right\} \text{for} \quad y_1 = b_1$$

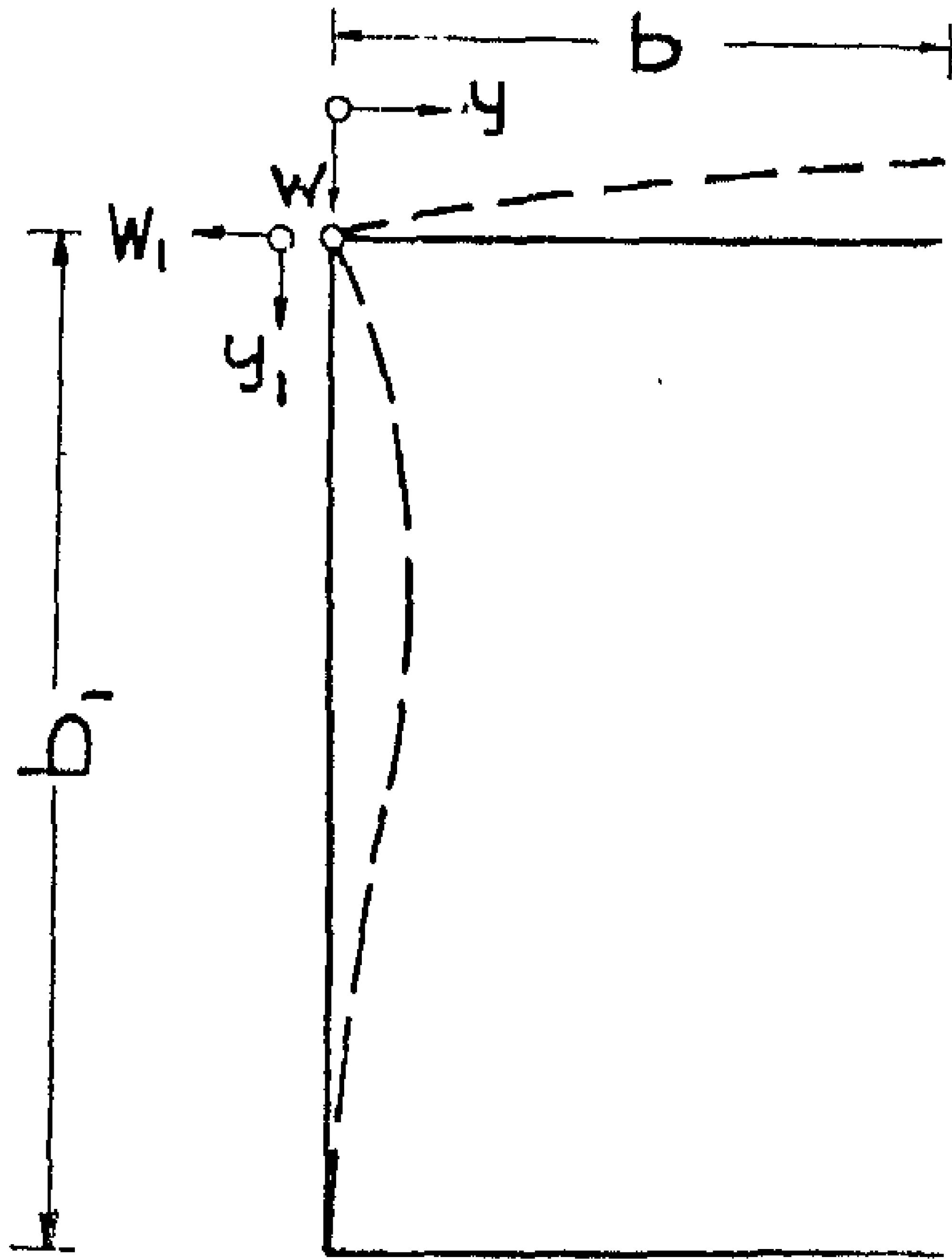


FIG. 3

The boundary conditions for the compression flange plate, Fig. (3), are

$$\left.\begin{aligned} w &= 0 \quad (12) \\ D \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} &= - M \sin \frac{m \pi x}{a} \quad (13) \end{aligned}\right\} \text{for} \quad y = 0$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} &= 0 \quad (14) \\ \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (2 - \sigma) \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} &= 0 \quad (15) \end{aligned}\right\} \text{for} \quad y = b$$

Elastic Edge Restraint Provided by the Web Plate :

Using the boundary conditions (8), (9), (10) and (11) and equation (7) the values of the constants A_0, A_1, A_2 and A_3 are obtained. By substituting the values of these constants in equation (7) and differentiating, then the slope at the connecting edge i.e. for $y_1 = 0$ is

$$\frac{\partial w_1}{\partial y_1} = \frac{1}{r D_1} M_1 \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \tag{16}$$

where r is the coefficient of edge fixity and

$$r = \frac{4}{b_1} \tag{17}$$

To incorporate the interaction of the plate componants at the connected edges we proceed as follows :

Since at the connected edges

$$\frac{\partial w_1}{\partial y_1} = \frac{\partial w}{\partial y} \quad \text{and}$$

$$M_1 \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} = M \sin \frac{m \pi x}{a}$$

Substituting in (16) gives :

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{1}{r D_1} M \sin \frac{m \pi x}{a}$$

Noting that $D = D_1$, the boundary condition (13) may be rewritten

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = - r \frac{\partial w}{\partial y} \tag{13a}$$

Instability of the Flange of a Channel Section:

Applying the boundary conditions (12) and (13a) in equation (2), the values of the constants C_1 and C_2 are obtained in terms of C_3 and C_4. With these relations between the constants equation (2) may be rewritten in terms of C_3 and C_4.

$$w = \Big\{ C_3 \Big(\cos \beta y - \cosh \alpha y - \frac{\alpha^2 + \beta^2}{r \alpha} \sin \alpha y\Big) + C_4 \Big(\sin \beta y - \frac{\beta}{\alpha} \sinh \alpha y\Big) \Big\} \sin \frac{m \pi x}{a} \tag{18}$$

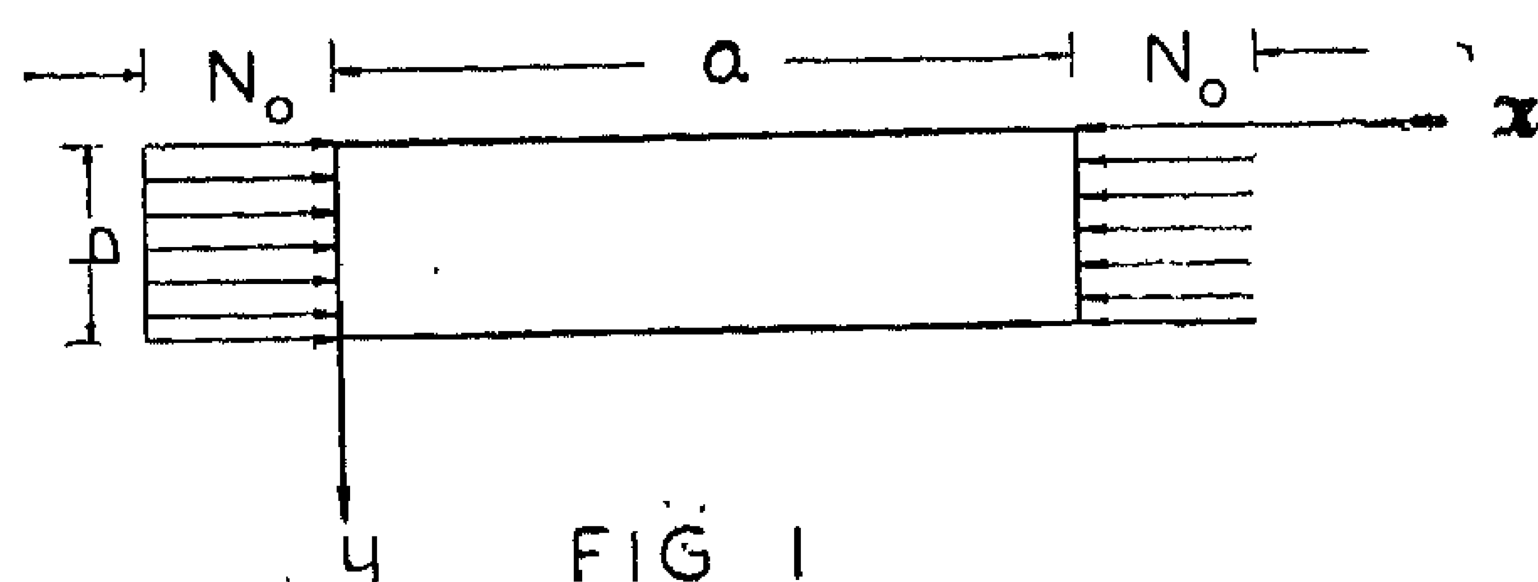


FIG 1

The general solution can be represented, Timoshenko (1), in the form

$$w = (C_1 e^{-\alpha y} + C_2 e^{\alpha y} + C_3 \cos \beta y + C_4 \sin \beta y) \sin \frac{m \pi x}{a} \qquad (2)$$

where

$$\alpha^2 = \frac{m^2 \pi^2}{a^2} + \left\{ \left(\frac{N_o}{D}\right) \left(\frac{m^2 \pi^2}{a^2}\right) \right\}^{1/2}$$

$$\beta^2 = -\frac{m^2 \pi^2}{a^2} + \left\{ \left(\frac{N_o}{D}\right) \left(\frac{m^2 \pi^2}{a^2}\right) \right\}^{1/2}$$

The constants C_1, C_2, C_3 and C_4 may be determined from the boundary conditions along the edges $y = 0$ and $y = b$.

The Web Plate :

The web plate of the channel section beam may be considered as a rectangular plate, Fig. (2), simply supported along the sides $x_1 = 0$ and $x_1 = a_1$ and subjected to varying stress acting in the middle plane of the plate at the two ends. The intensity of the distributed forces is given by the equation.

$$N_{x1} = N_o \left(1 - \frac{2y_1}{b_1}\right) \qquad (3)$$

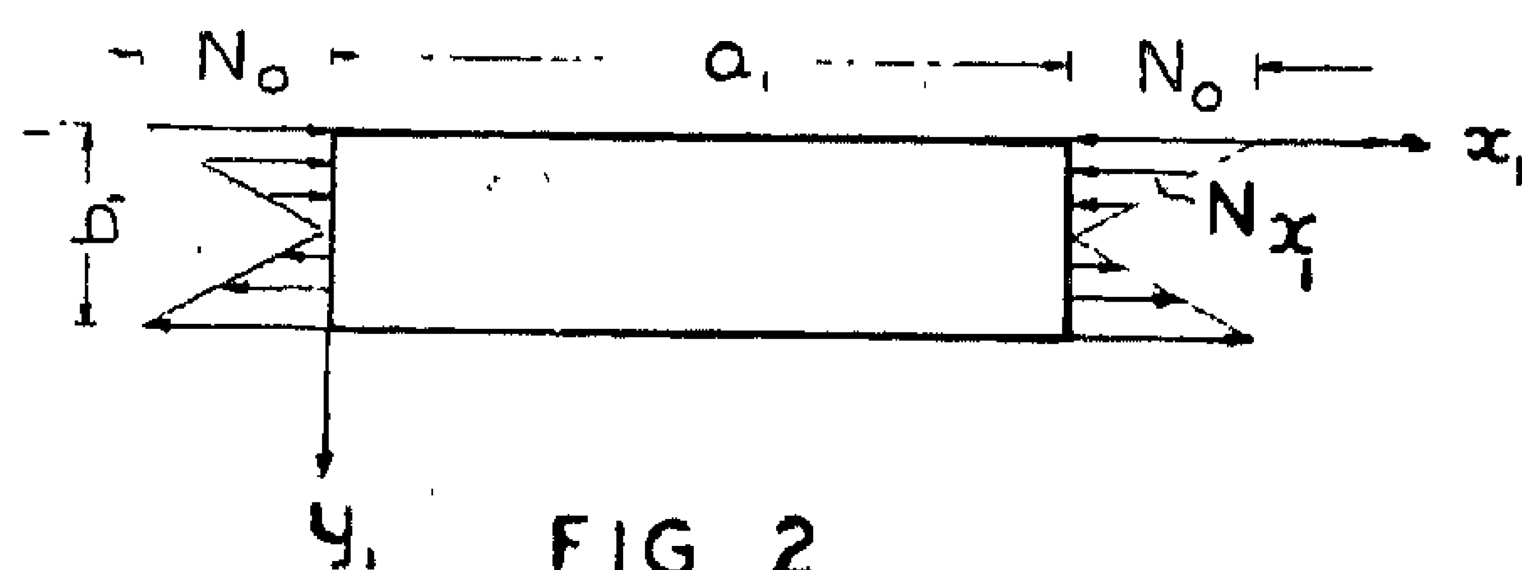


FIG. 2

The differential equation for the deflected form of the plate is given by

$$\frac{\partial^4 w_1}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4 w_1}{\partial x_1^2 \partial y_1^2} + \frac{\partial^4 w_1}{\partial y_1^4} = \frac{1}{D_1} N_o \left(1 - \frac{2y_1}{b_1}\right) \frac{\partial^2 w_1}{\partial x_1^2} \qquad (4)$$

Assuming that the plate buckles in m_1 sinusoidal half waves the solution of this equation can be written in the form

$$w_1 = f(y_1) \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \qquad (5)$$

where w_1 is the deflection of the plate perpendicular to its plane. This satisfies the condition that the ends are simply supported.

Substituting (5) in equation (4) and using the notations

$$A = \frac{2 m_1^2 \pi^2}{a_1^2}$$

$$B = \frac{m_1^4 \pi^4}{a_1^4} + \frac{m_1^2 \pi^2}{a_1^2} \frac{N_o}{D_1}$$

$$C = \frac{m_1^2 \pi^2}{a_1^2} \frac{N_o}{D_1} \frac{2}{b_1}$$

the differential equation becomes

$$\frac{d^4}{dy_1^4} f(y_1) - A \frac{d^2}{dy_1^2} f(y_1) + (B - Cy_1) f(y_1) = 0 \qquad (6)$$

The general solution can then be represented in the form

$$w_1 = [A_o + A_1 (B - Cy_1) + A_2 (B - Cy_1)^2 + A_3 (B - Cy_1)^3] \sin \frac{m_1 \pi x_1}{a_1} \qquad (7)$$

where the constans A_o, A_1, A_2 and A_3 may be determined from the boundary conditions along the edges $y_1 = 0$ and $y_1 = b_1$.

Boundary Conditions :

The boundary conditions for the web plate of the channel section, Fig. (3), are

INSTABILITY OF THE COMPRESSION FLANGE OF THIN-WALLED FABRICATED I-SECTION BEAMS UNDER PURE FLEXURE

By

FAROUK O. FAHMY SHAHWAN, B.Sc., Ph.D., A.R.C.S.T.
Assistant Professor, Faculty of Engineering, Ein Shams University.

INTRODUCTION

This article presents a theoretical analysis of local instability of the compression flange of thin-walled fabricated I-section beams under pure flexure. The conception of a "coefficient of edge fixity" introduced by Timoshenko (1) and used by Harvey (2) is utilised.

In the theoretical derivation the effect of pure flexure is considered on one of the channel section components of a fabricated I-section beam. The beam is fabricated by welding two similar channel sections back to back. The corresponding effect on the I-section beam may then be readily computed

The facilities of the Computer Centre, Khartoum University, were kindly made available to the writer.

NOTATION

x, y, z^* = Rectangular co-ordinates of a point in the compression flange plate.

a, b, t^* = Length, breadth and thickness of the compression flange plate.

w^* = Deflection of the compression flange plate at the point (x, y, z).

σ = Poisson's ratio.

E = Modulus of elasticity in tension and compression.

$D^* = \dfrac{Et^3}{12\,(1 - \sigma^2)}$ = Flexural rigidity of the compression flange plate.

M^* = Bending moment at the point (x, y, z).

N_o = Intensity of compressive force (compressive force per unit length of the compression flange width) in the plane of the compression flange.

$(N_o)_{cr}$ = The critical value of N_o.

N_{x1} = Intensity of force (force per unit length of the web width) in the plane of the web.

r = Coefficient of edge fixity.

m^* = Number of half waves in the compression flange plate.

* These symbols with suffix 1 denote corresponding quantities for the web plate.

It is noted that for a thin-walled channel section that

$$a = a_1\,,\quad t = t_1 \quad \text{and} \quad D = D_1$$

THEORY

The Compression Flange Plate :

The compression flange plate of the channel section beam may be considered as a rectangular plate, Fig. (1), simply supported along the sides x = 0 and x = a, subjected to uniform stress acting in the middle plane of the plate at the two ends. The differential equation for the deflected form of the plate is given by

$$\frac{\delta^4 w}{\delta x^4} + \frac{2\,\delta^4 w}{\delta x^2\,\delta y^2} + \frac{\delta^4 w}{\delta y^4} = \left(-\frac{N_o}{D}\right)\left(\frac{\delta^2 w}{\delta x^2}\right) \quad (1)$$

EDITING COMMITTEE

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,

28. Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106.

ADVERTISEMENTS

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

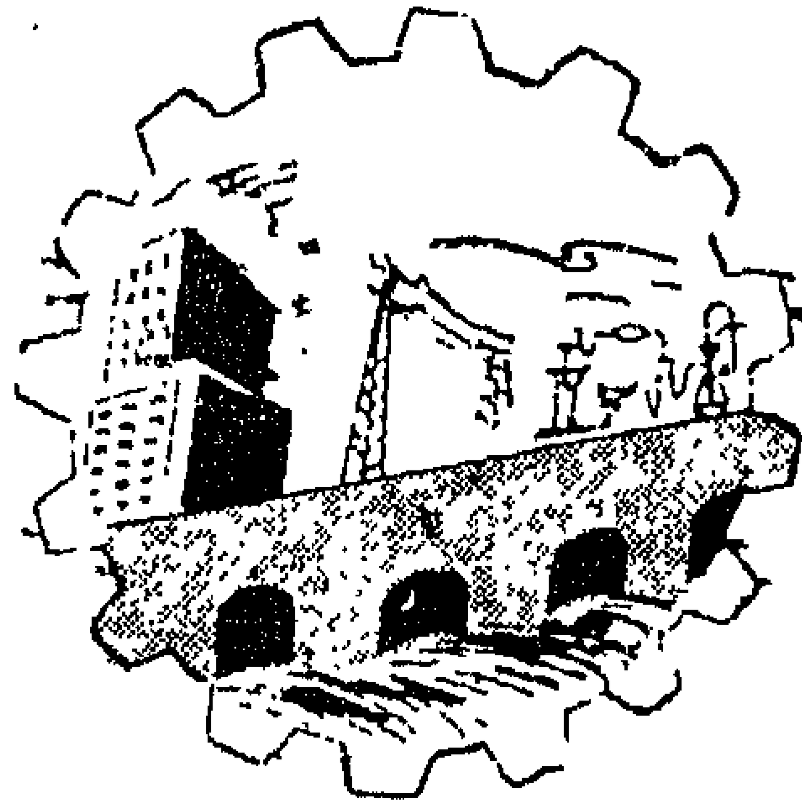
Vol. IX — No. 1 January-February-March 1970

CONTENTS

ENGLISH SECTION

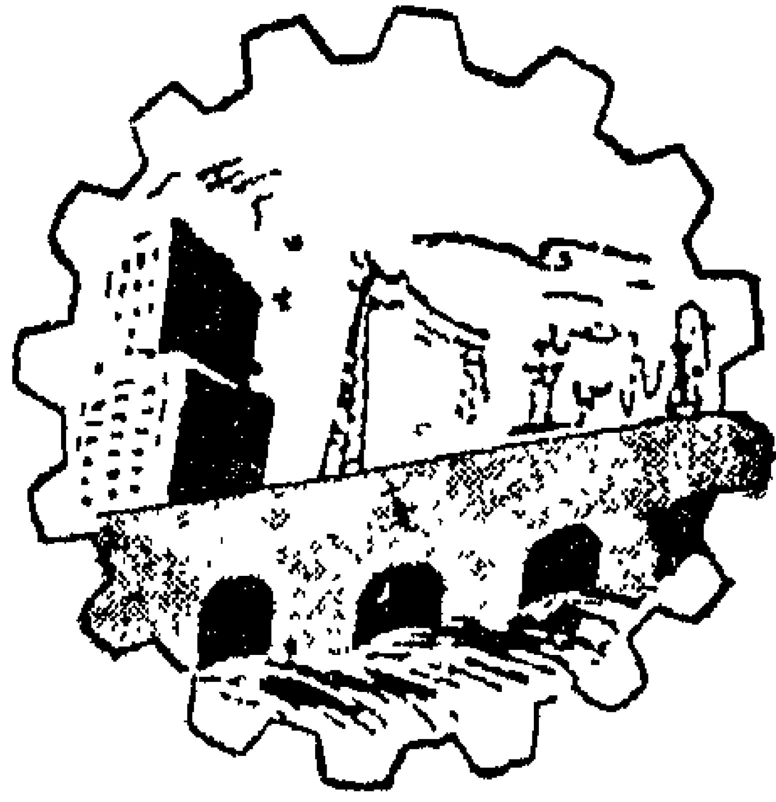
ARABIC SECTION

MONDIALE PRESS — CAIRO.



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U. A. R.

January-February-March
Vol. IX
No. 1



مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العـــدد الثانى | المجلد التاسع | أبريل - مايو - يونيو ١٩٧٠

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٢٩٨/ ١٩٧٠

المطبعة العالمية ١٦ ، ١٧ ش ضريح سعد بالقاهرة

مجلة
جمعية المهندسين
المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور
جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة التاسعة | العدد الثاني | أبريل – مايو – يونيو ١٩٧٠

محتويات لهذا العدد

بيانات

مقر المجلة

جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون : ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم
- الإشتراك السنوى لغير الأعضاء : ٦٠ للمهندس ، ٢٠٠ للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين
- المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية وأى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر بها وتعبر عن رأى كاتبها فقط.

الإعلانات
مؤسسة مصر للطباعة والنشر
القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٥٩١٠٩

لجنة التحرير

كلمة الافتتاح

سبقت عقد المؤتمر الثقافي العربي الثامن فترة طويلة من الإعداد امتدت إلى أكثر من عام . لقد اختارت الإدارة الثقافية لجامعة الدول العربية موضوعاً حساساً بالغ الأهمية لمؤتمرها هذا هو موضوع « إعداد العلميين فى الوطن العربى » وأدرك أن مناقشة هـذا الموضوع تحتاج بدورها إلى إعداد طويل ، وإلى حشد لكل الجهود لإنجاحه .

لهذا ، اشتركت الإدارة الثقافية ومعها الاتحاد العلمى العربى ، واتحاد الجامعات العربية فى توجيه الدعوة إلى المؤتمر والإعداد له ، كما دعت المنظمات المتخصصة الأخرى ذات الطابع العلمى فى جامعة الدول العربية إلى الإسهام فيه . وشكلت لجنة تحضيرية خاصة بالمؤتمر ضمت عدداً من كبار رجال العلم فى الوطن العربى ، داومت على الاجتماع طوال السنة السابقة لعقد المؤتمر .

ولقد وجهت اللجنة الدعوة إلى عدد من العلماء والمفكرين العرب لإعداد بحوث خاصة فى الموضوعات التى شملها جدول أعمال المؤتمر ، كما دعت الأفراد العلميين فى الوطن العربى كله إلى الإسهام فيه بأفكارهم وآرائهم . واستنت الإدارة الثقافية سنة جديدة سعياً وراء تحقيق أكبر قدر من الوضوح والدقة فى المعلومات المعروضة أمام المؤتمر ، فقامت بإعداد استبيان مطول يتناول موضوعات بحث المؤتمر بالتفصيل ، وقامت بتوزيعه على الدول الأعضاء فى الجامعة راجية نشره على أوسع نطاق فيها وموافاتها بحصيلة ما تتلقى حكوماتها من ردود . ومع أن هذه التجربة لم تحقق نجاحاً كبيراً ، إلا أنها كانت ، هى الأخرى ، سابقة لها وزنها فى أسلوب الإعداد للمؤتمرات العلمية نرجو أن تنتشر وتتدعم فى المستقبل .

ولقد عكفت اللجنة التحضيرية على دراسة ما تجمع لديها من أبحاث ودراسات وردود على الاستبيان ، وأعدت ثلاث ورقات عمل تعرض فى تسلسل منطقى حصيلة هذه الجهود كلها وتعطى المشتركين فى المؤتمر فرصة لتركيز نقاشهم فى لجان المؤتمر الفرعية ، سعياً وراء تحقيق أكبر قدر من الفائدة .

وبقى بعد هذا بحثان عرضاً على المؤتمر خارج هذا الإطار ، أو ربما كانا بمثابة الخلفية الفكرية والتاريخية لدراساته المتخصصة.

أولهما : بحث كتبه عالم فاضل وأديب كبير عرفه العالم كله كمؤلف لكتاب « قرية ظالمة » التى ترجمت إلى كثير من اللغات الأجنبية ، وعرفه الوطن العربى طبيباً بارعاً ومعلماً ورائداً فى مجال التعليم الجامعى ونبراساً مضيئاً فى عالم الثقافة . وقد لا نرضى عن كل ما جاء فى حديث الأستاذ الدكتور كامل حسين وقد يستثير نا أحياناً أسلوبه الرقيق الهادىء الذى يأخذنا على غرة وينتهى بنا إلى عكس ما نظن أننا مقتنعون به ، ولكن حديث كامل حسين يفرض على القارىء أن يعتدل فى جلسته وأن يركز اهتمامه كله فيما يقرأ . فهو حديث شخصية عملاقة ونفس صافية وروح وثابة جريئة .

وثانيهما بحث الدكتور سامى منصور ، وهو بلا شك حديث الساعة ، وبكل ما تفرضه اللحظة التاريخية الحاسمة التى نعيشها من ضرورة تجرع مرارة مواجهة الواقع بكل ما تحمله تحدياته من قسوته وحتمية النظر فيه بشجاعة وصدق، والحديث عنصر بصراحه وبلا موارية. أنه ــ ولا شك ــ يضع المؤتمرين جميعاً أمام مسئوليتهم التاريخية وينطلق بأعمالهم من الواقع الشرس الذى غمر أجزاء عزيزة من أراضى الوطن العربى فى بحار الفهم الدنىء التى تعج بدماء عربية زكية تسيل دفاعاً عن حق الأمة العربية فى الحياة الحرة الكريمة .

ولم يملك الباحثون إلا أن يقرنوا حديثهم عن العلم بالحديث عن تطبيقاته ، بل إن المهندسين لعبوا دوراً واضحاً فى أعماله . وفى تقديرنا أن بروزهم فى مجالات العمل العلمى وتبوأهم لمكانتهم بين أقرانهم من الأفراد العلميين لهو خير ضمان لتدعيم سيرنا قدماً فى دنيا الثورة التكنولوجية المعاصرة .

قد لا تتناول هذه البحوث والدراسات قضايا أو مشاكل هندسية بالذات .

وقد لا تعرض صورة مفصلة عن النشاط الهندسى العربى ، ولكنها فى النهاية تناقش قضية مصيرية تهم المهندسين قبل غيرهم .

— إنها تناقش ، فى حقيقة الأمر ، الإعداد العلمى للوطن العربى ، وليس مجرد إعداد العلميين فيه .

ورقة عمل مقدمة الى
اللجنة الأولى الخاصة ببحث موضوعات
"الإعداد العلمى"

هناك قضايا عديدة تتصل بعملية الإعداد العلمى فى العالم العربى . وهذه الورقة هى محاولة لبلورة بعض هذ القضايا التى كشفت عنها البحوث المقدمة إلى المؤتمر ونتائج الاستبيان التى قامت به الأمانة العامة لجامعة الدول العربية ، وذلك بقصد مساعدة المجتمعين على تحديد المناقشة حول الموضوعات المتصلة بعمل اللجنة ، ووضع بعض التوصيات المناسبة لها .

وقد يكون من المفيد تصنيف نقاط البحث حول محورين أساسيين :

أولا — السياسة العامة للاعداد العلمى .

ثانياً — الاعداد العلمى فى المراحل المختلفة :

— التعليم العام

— المرحلة الجامعية الأولى .

— الدراسات العليا (اعداد الباحثين العلميين) .

— إعداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلمية المعاونة .

أولا — السياسة العامة للاعداد العلمى :

لعل من المتفق عليه أن الدول العربية (فرادى ومجتمعة) فى حاجة إلى تبنى سياسة علمية شاملة ، تنبثق منها سياسة للاعداد العلمى للأفراد ، تتلاءم مع التحديات التى تواجهها فى الميادين الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والعسكرية آخذة فى الاعتبار فى نفس الوقت التطورات العلمية والتكنولوجية المعاصرة. ويبدو أن وضع مثل هذه السياسة يستلزم مناقشة مايلى :

١ — مركز العلم وأجهزته فى العالم العربى : حقاً أن هناك حركة علمية متصاعدة فى جميع البلاد العربية ، إلا أن هناك بعض الأمور التى يلزم إيضاحها حتى يمكن الاستفادة من هذه الحركة وتوجيهها التوجيه المناسب ، منها :

(ا) دور العلم فى مواجهة متطلبات المعركة المستمرة التى يواجهها العالم العربى : ويحتاج الأمر إلى مناقشة هذا الدور على مستويين : المستوى الأول يتعلق بدور العلم

بالنسبة للمعركة الحالية . ويتضمن هذا اقتراح بعض الإجراءات القصيرة الأمد التى ينبغى الاهتمام بها داخل المؤسسات والمعاهد العلمية فى المرحلة الحالية مثل التوصية بإدخال بعض البرامج العلمية المناسبة وخاصة فى الجامعات والمعاهد الفنية التى سيتخرج طلابها فى الوقت القريب ليواجهوا مسئولياتهم فى المعركة القائمة ، والقيام ببعض البحوث السريعة المتصلة بمتطلبات هذه المعركة . أما المستوى الثانى فيتعلق بدور العلم فى مواجهة التحديات طويلة الأمد ، وخاصة فيما يتعلق بالتغيير الحضارى والاستفادة من العلم ـ مضمونا وأسلوبا ـ فى تدعيم الجبهة العربية لمقابلة متطلبات العدوان المستمر على البلاد العربية.

(ب) العلاقة بين الحركة العلمية والحركة الصناعية فى البلاد العربية : وفى الواقع أن تحديد هذه العلاقة أصبح أمراً هاماً لدفع عجلة التطور إلى الأمام . فبالرغم من أن هناك اتفاقاً حول وحدة العلم والتكنولوجيا ، إلا أن الفجوة بين العلم الأكاديمى والتطبيق العملى مازالت كبيرة . ويظهر هذا بصورة واضحة سواء فى عدم كفاية المتخرجين فى الكليات والمعاهد العليا — كماً وكيفاً — لمواجهة احتياجات الصناعات القائمة وتطويرها أو فى عدم الإفادة من البحوث العلمية التى تجرى فى حل مشكلات الإنتاج القومى وتطويره . وقد يكون ذلك راجعاً إلى عدم وجود فلسفة واضحة للعلم فى المجتمع العربى ، كما قد يكون راجعاً أيضاً إلى عدم وجود الصلة القوية بين مؤسسات الاعداد والبحث وبين مراكز الانتاج والخدمات .

(ج) التخطيط العلمى : إذا كانت البلاد العربية تواجه واقعاً متخلفاً ، وإمكانيات علمية ضئيلة ، فهل يكون من المفيد أن توضع خطة علمية تتضمن إعداد العلميين ونوعية البحوث المطلوبة فى ضوء المتطلبات والإمكانيات ؟ أم أن مثل هذا التخطيط لن يكون فعالا لعدم وجود الإمكانيات اللازمة لتنفيذه ؟ إن بعض البلاد العربية قد أخذت بالتخطيط العلمى ، وقد يكون من المفيد الاستفادة من خبراتها فى هذا المجال ، وخاصة فيما يتصل بالعقبات التى واجهتها .

٢ — مدى كفاية المؤسسات العلمية والأفراد العلميين — كماً ونوعاً — فى تحقيق احتياجات الدول العربية : لعل من المسلم به أن وضع خطة للاعداد العلمى فى البلاد العربية يقتضى فى المقام الأول التعرف على متطلبات كل بلد عربى من العلميين ، وأجهزة البحث العلمى ، ومقارنة هذه المتطلبات بما هو موجود . وفى هذا المجال تبرز أمامنا المشكلات التالية :

(ا) نقص البيانات اللازمة : يبدو أن البلاد العربية على اختلافها فى حاجة شديدة إلى توفير البيانات اللازمة لتحديد المتطلبات من العلميين على اختلاف تخصصاتهم فى ضوء نظرة إلى مستقبل التطور المرغوب فى المجالات العلمية بل إن بعضها يحتاج إلى بيانات عن الواقع الحالى ومدى كفايته . ومن ثم ، فقد يكون من المفيد اقتراح الوسائل لتوفير مثل هذه البيانات سواء على المستوى المحلى أو المستوى العربى .

(ب) مدى ملاءمة المستويات العلمية الموجودة لما هو مرغوب : فقد دلت نتائج الاستبيان الذى قامت به الأمانة العامة لجامعة الدول العربية على وجود اختلافات عديدة بين الدول العربية فى المستويات المأخوذ بها فى قطاعات العلميين . فبالنسبة للباحثين العلميين مثلا ، تتراوح المؤهلات بين الدرجة الجامعية الأولى ، ودرجة الدكتوراه ، هذا بالإضافة إلى اختلاف الرأى حول قضية التفرغ العلمى . كذلك الأمر بالنسبة للفنيين المساعدين ، ومصممى التجارب نصف الصناعية بل إن فى بعض المجالات العامة مثل مجالات التخطيط

العلمى والإدارة العلمية لا تتوفر فى البلاد العربية دراسات خاصة بإعداد العاملين فيها . وهنا نود أن نشير إلى أن توفير هؤلاء الإخصائيين يحتاج إلى وضع نظام جديد لاختيارهم من خيرة ذوى التجربة والكفاية وأصحاب الفكر العلمى ، بالإضافة إلى تزويدهم بالدراسات اللازمة .

٣ — المناخ العلمى الواجب توافره فى البلاد العربية :

من المعروف أن النهوض بالعلم ، وتحقيق المستويات المرغوبة فى الإعداد العلمى ، أمر يتوقف على مدى توافر عديد من العوامل سواء على المستوى العام (مستوى المجتمع كله) ، أو على المستوى الخاص (داخل معاهد العلم) . وفى هذا المجال نود أن نشير إلى ما يلى :

(ا) من ناحية المناخ العلمى العام فى المجتمع : ما زال العالم العربى يعانى من بعض الظروف التى تعوق الحركة العلمية ، مثل الرواسب النفسية التاريخية والمعاصرة ، وانخفاض مستوى الثقافة العلمية بوجه عام ، وبعض الخلافات الفكرية : وتتطلب إزالة مثل هذه المعوقات جهوداً عديدة تقع على عاتق معاهد التعليم ومراكز البحوث ووسائل الإعلام والأجهزة الاجتماعية والسياسية المختلفة .

(ب) أما من ناحية المناخ العلمى داخل دور العلم ، ومراكز البحوث : فهناك معوقات عديدة ظهرت من نتائج الاستبيان مثل : نظم الحوافز الخاصة بالمشتغلين بالعلم ، ونقص المعامل والأجهزة والمراجع العلمية والخدمات المكتبية ووسائل النشر والتوثيق العلمى ، وعيوب التنظيمات الخاصة بالبحث العلمى . وقد يكون من الواجب أن نشير هنا إلى أن القضاء على مثل هذه المعوقات يحتاج أصلا إلى إيمان القادة فى المجالات المختلفة بأهمية العلم ، وبضرورة إعطاء الفرص الكافية للبحث العلمى . كما أن توفير المناخ العلمى المناسب داخل دور العلم يحتاج إلى ضرورة العناية بالثقافة العامة للعلماء . وهنا تبرز أمامنا إحدى المشكلات الأساسية التى يقع عبء مواجهتها على الإعداد ، ونعنى بها مشكلة الجمع بين الثقافة العامة والتخصص بحيث لا ينفصل الإعداد العلمى عن الإعداد الإنسانى والنفسى .

٤ — الربط بين مستويات الإعداد العلمى المختلفة :

إن الحديث عن وضع أسس خطة شاملة للاعداد العلمى فى الوطن العربى يقتضى التفكير فى وسائل الربط بين مراحل الإعداد المختلفة ابتداء من المنبع (المدرسة الابتدائية) حتى المصب (الدراسات العليا) . وفى هذا المجال قد يكون من المفيد مناقشة الأمور التالية :

(ا) ضمان التكامل بين المراحل التعليمية المختلفة : ومن المقترح فى هذا المجال إنشاء هيئة عليا (سواء على المستوى المحلى أو المستوى العربى) تكون مسئولة عن تطوير الدراسات العلمية فى مراحلها المختلفة ورسم سياسة شاملة للاعداد العلمى .

(ب) تحديد مستويات الإعداد لكل مرحلة : من المسلم به أن تحديد المستويات التعليمية أمر يحتاج إلى دراسات عديدة تتناول الأهداف العامة للاعداد والأهداف الخاصة لكل مرحلة وخصائص المتعلمين والإمكانيات المتاحة . . ولذلك ، فمن المقترح إنشاء مركز للبحث فى مناهج الإعداد العلمى وتحديد مستويات لكل مرحلة ، ومن المقترح أيضاً تكوين لجان مشتركة من المسئولين عن التعليم العام والتعليم الجامعى لتحديد مثل هذه المستويات ، وهذا أمر تظهر أهميته بوجه خاص بالنسبة للمرحلة الثانوية .

ثانياً ـ الاعداد العلمى فى المراحل المختلفة :

(ا) الإعداد العلمى فى التعليم العام :

يكاد يكون هناك اتفاق عام على أهمية الإعداد العلمى فى التعليم العام ، سواء بالنسبة لتطوير المجتمع بصفة عامة

نحو العصرية ، أو بالنسبة لإعداد العلميين باعتبارهم القاعدة الأولى لهذا الإعداد . وفى السنوات الأخيرة شهدت الدول العربية اهتماماً متزايداً بتدريس المواد العلمية فى التعليم العام . ولكن ما زالت هناك بعض القضايا المتعلقة بالإعداد العلمى فى التعليم العام ، منها :

١ — كيف يمكن القضاء على الفجوة بين الجانب المعرفى والجانب السلوكى فى تدريس العلوم ؟ فالملاحظ أن الاهتمام ما زال مركزاً حول الالمام بالمعرفة العلمية دون توجيه العناية بتنمية الدوافع العلمية الحقة كحب الاستطلاع معرفة الحقيقة والتدريب على أسلوب التفكير العلمى . وقد يقتضى ذلك مراجعة الصياغة العامة للمناهج وأساليب التدريس والمناخ العام للعمل المدرسى .

٢ — كيف يمكن أن تتحقق الوحدة بين الجانب العلمى الأكاديمى والجانب التطبيقى فى التعليم العام ؟ وتشير هذه القضية إلى الحاجة إلى صياغة جديدة للتعليم العام تجمع فى وحدة واحدة بين التعليم النظرى والتعليم التكنولوجى وخاصة فى مرحلة الدراسة الثانوية حيث يبدأ فى التنوع فى التعليم . وهنا نوجه النظر إلى أن كثيراً من دول العالم المتقدم قد بدأت تأخذ بنظام المدرسة الثانوية الشاملة التى تجمع فى إطار واحد التعليم النظرى والتعليم الفنى بحيث تتحقق الوحدة بين الفكر النظرى والفكر التطبيقى .

٣ — كيف يمكن أن نعد طلابنا لاستيعاب التطور العلمى والتكنولوجى المستمر كنقطة بداية لبناء المجتمع العلمى ؟ فالاتجاهات السائدة فى تخطيط المناهج فى البلاد العربية ما زالت متأثرة فى اختيار عناصر التعلم ببعض النظريات التربوية التى لم تعد تلائم التطورات العالمية أو واقع المجتمع العربى والحاجة إلى تغييره . ومن ثم فهناك حاجة إلى بلورة أسس جديدة تقوم عليها المناهج الدراسية بحيث تأخذ فى اعتبارها تزويد الطلاب بأساسيات العلم الحديث فى نفس الوقت الذى تربط فيه بين الأساسيات وبين متطلبات المجتمع العربى ومشكلاته . ومن المفيد هنا توجيه النظر إلى الدراسات اللازم القيام بها لوضع وتطوير المقررات الدراسية .

٤ — ما هى النسبة المرغوبة للدراسات العلمية فى مدارس التعليم العام ، وكيف يمكن أن يتكامل الإعداد العلمى للطالب مع الإعداد الانسانى والقومى للطالب ؟ إن الدول العربية تختلف حول النسبة المخصصة لدراسة العلوم فى خطة الدراسة بمراحل التعليم العام ، ويرى البعض زيادة عدد الساعات المخصصة لمقررات العلوم حتى يمكن الوصول إلى المستويات المرغوبة ، بينما يرى بعض آخر أن الإعداد العلمى ليس قاصراً على المواد العلمية ، بل يمكن للمواد الأخرى أن تقوم بدور هام فى هذا الإعداد وخاصة وإننا فى حاجة إلى توسيع قاعدة الثقافة العامة حتى بين المشتغلين بالعلم بحيث يأخذ الإعداد العلمى أبعاده الانسانية والقومية الضرورية ليقوم العلم بدوره فى خدمة قضايانا القومية .

٥ — متى يبدأ التخصص العام ؟ إن التعليم العام فى المدارس العربية يبدأ باعداد مشترك لجميع الطلاب وينتهى فى المرحلة الثانوية بنوع من التخصص العام . ويثير البعض قضية التخصص وضرورة مراجعة نسبته ، والسؤال الآن هو : هل من الأفضل زيادة التخصص فى التعليم الثانوى على أساس أن هذا يضمن الارتفاع بمستويات الطلاب العلمية بما يلائم متطلبات مرحلة الدراسة العالية ، أم أن التطور المعاصر يقتضى الاهتمام بتوسيع نطاق الثقافة العامة : الجانب العلمى منها والجانب الإنسانى ، ومن ثم يفضل تقليل نسبة التخصص ؟

٦ — كيف يمكن تغيير أساليب التدريس ووسائله ؟

لعل الحاجة إلى تغيير أساليب التديس فى التعليم العام تفوق الحاجة إلى تغيير المقررات الدراسية . فهناك إحساس عام بأن ما ينفذ فعلا داخل المدارس يختلف عن المخططات الموضوعة . وما زالت أساليب التلقين والاعتماد التام على الكتاب المقرر ونظم الامتحانات التقليدية التى تقوم على قياس حفظ الطالب للمعلومات دون تمثلها ، سائدة فى المدارس العربية . ويرتبط بهذا أمور عدة مثل أساليب التجريب العملى ووسائله وطرق التقويم ومقومات المناخ العلمى داخل المدرسة . كل هذا يحتاج إلى مراجعة واتخاذ الإجراءات الكفيلة بضمان تحقيق الأهداف المرغوبة بصورة واقعية ملموسة .

٧ — إلى أى مدى تحقق عمليات التوجيه الدراسى وظائفها فى المدارس العربية ؟

إذا كان الوطن العربى فى حاجة إلى استغلال أفضل العناصر البشرية المتوفرة فيه ، فإن هذا يعتمد فى المقام الأول على عمليات التوجيه الدراسى فى التعليم العام . وقد بدأت بعض البلاد العربية فى العناية بالموهوبين من الطلاب سواء عن طريق إنشاء مدارس خاصة لهم أو تشجيعهم مادياً ومعنوياً . ومع ذلك فما زال هناك نقص فى وسائل اكتشاف الموهوبين وتنميتهم من النواحى العلمية ورعايتهم أثناء مراحل تعليمهم المختلفة .

(ب) الإعداد العلمى للطلاب فى المرحلة الجامعية :

هناك صور عديدة للاعداد العلمى المتخصص فى البلاد العربية . فهناك الكليات الجامعية المتنوعة التى تشمل كليات العلوم الأساسية وكليات العلوم التطبيقية (هندسة — زراعة . . الخ) ، وهناك أيضاً المعاهد العليا لإعداد الفنيين المختلفين . ومع اختلاف درجات التطور فى هذه المرحلة فى البلاد العربية المختلفة ، إلا أن الاهتمام بها قد زاد بصورة ملحوظة فى السنوات الأخيرة وقد صاحب ذلك ظهور بعض القضايا المتصلة بهذه المرحلة ، لعل من أهمها :

١ — أهداف الإعداد فى المرحلة الجامعية الأولى :

قد يكون هناك اتفاق حول بعض الأهداف العامة لهذه المرحلة مثل إعداد فئة من المتخصصين فى المجالات المختلفة ، نشر الوعى الثقافى العلمى . ولكن هذه الأهداف تحتاج إلى تحديد إجرائى واضح يمكن فى ضوئه وضع خطة متكاملة للاعداد. وقد يفيد فى هذا المجال مناقشة النقاط التالية .

(ا) ما هى الحدود بين التعليم الجامعى وبين التعليم الفنى العالى ؟ فمع ظهور المعاهد الفنية العالية وانتشارها فى كثير من البلاد العربية ، أصبح من الضرورى توضيح أهداف هذه المعاهد وتمييزها عن أهداف الكليات الجامعية المماثلة . ومن المقترح فى هذا المجال أن تؤخذ المتطلبات الحديثة للصناعة والزراعة فى الاعتبار وحاجتها إلى تكنولوجيين تختص المعاهد العالية بتخريجهم بشرط أن ترتبط هذه المعاهد بالمتطلبات المباشرة لمراكز الإنتاج سواء من حيث الكم أو الكيف ، على أن تختص الكليات الجامعية المناظرة بتخريج فئة من العلميين التطبيقيين الذين يتناولون أعمال البحث وتصميم التجارب النصف صناعية وتطوير عمليات الإنتاج .

(ب) هل يفضل أن يكون التخصص فى هذه المرحلة عاماً أم ضيقاً ؟ وهنا يرى البعض أن اتساع التخصص يفيد فى تزويد المتخرجين بثقافة أساسية شاملة تمكنهم من التعاون مستقبلا فى المجال العلمى الذى يتسم فى الوقت الحاضر بجماعية البحث ، كما يمكنهم من القيام بأعمال عدة فى المجتمع . وتظهر أهمية ذلك فى غياب التخطيط الدقيق الذى يحدد بصورة واضحة أعداد وأنواع التخصصات الدقيقة المطلوبة ، كما تظهر

أهميته فى مواجهة احتمالات المستقبل الغير معلومة بالنسبة لنا فى الوقت الحاضر . بينما يرى البعض الآخر الأخذ بنظام التخصص الدقيق حتى يمكن زيادة كفاية الخريجين فى المجالات العلمية المختلفة .

٢ — خطة التعليم فى المرحلة الجامعية : لا نكاد نخطىء كثيراً إذا قلنا بأن التعليم الجامعى فى الدول العربية ما زال يسير وفق النمط التقليدى الموروث من الأجيال السابقة . وهناك حاجة إلى تغيير هذا النمط لمواجهة التقدم العلمى التكنولوجى المعاصر واحتياجات المجتمع النامى . وقد تفيد مناقشة النقاط التالية فى تحديد الاتجاهات المرغوبة .

(ا) كيف يمكن الربط عملياً بين أهداف التعليم الجامعى وبين المجتمع ومتطلباته ؟ وفى هذا المجال يحتاج الأمر إلى التفكير فى الوسائل الكفيلة بفتح قنوات للاتصال الدائم الفعال بين التعليم الجامعى وأجهزة التخطيط والإنتاج فى المجتمع سواء عن طريق لجان مشتركة بين رجال الجامعات والعاملين فى هذه الأجهزة أو تبادل الخبرة بين العاملين فى الجامعات ومراكز الإنتاج والخدمات .

(ب) أنواع التخصصات الموجودة : إن هناك من يطالب بتخصصات ونوعيات للتعليم الجامعى لا توفرها النظم الجامعية بصورتها الحالية . فبالإضافة إلى الاقتراحات الخاصة بالتخصصات التى تتضمنها الكليات الحالية ، هناك اقتراحات بشأن أنواع من التخصصات لا يمكن أن تقوم كلية واحدة بتوفيرها مثل المهندسين العلميين أو االزراعيين العلميين . وهذا يعنى الحاجة إلى إعادة النظر فى إيجاد علاقات مشتركة بين الأقسام الجامعية ، لا داخل الكلية الواحدة فحسب ، بل داخل إطار الجامعة بأكملها .

(ﺣ) كيف يمكن التركيز على التخصصات المطلوبة وفقاً لاحتياجات كل مجتمع ؟ فمع الإيمان بأهمية الدراسة فى جميع مجالات العلم ، إلا أن الظروف والإمكانيات البشرية والمادية المتاحة للتعليم العالى قليلة نسبياً ، ومن ثم ، فقد يكون من الأفضل التركيز حول بعض التخصصات ذات الصلة الوثيقة بمتطلبات المجتمع وتوفير كافة الإمكانيات لها ؟ وإذا اتفق على ذلك ، فما هى أهم هذه التخصصات ؟

٣ — وسائل الإعداد : لعل هناك اتفاق على أن أى تطوير حقيقى لأهداف التعليم الجامعى وخطته لن يتحقق بصورة فعالة مالم تتوفر الوسائل اللازمة لتحقيقه . ومن المفيد فى هذا المجال مناقشة النقاط التالية :

(ا) الإمكانيات المادية : إزاء التوسع الضخم فى التعليم الجامعى ، تواجه بعض البلاد العربية مشكلة نقص الإمكانيات المادية مثل المعامل والمكتبات وأجهزة التعليم والتدريب .. الخ . ومع أن الميزانيات المخصصة للتعليم الجامعى قد زادت كثيراً عما كانت عليه من قبل ، إلا أنها لاتفى فى صورتها الحالية بمتطلبات الإعداد السليم . وإلى جانب هذا ، هناك صعوبات ناشئة عن استيراد الأجهزة والمراجع من الخارج . فما هى الوسائل العملية التى يمكن اتخاذها فى هذا الشأن ؟ ومن المقترح فى هذا المجال تبنى مشروع لإنشاء مؤسسة عربية لأدوات وأجهزة المعامل ، كما أنه من المقترح تجميع الإمكانيات الموجودة داخل الجامعة الواحدة فى معامل مركزية تخدم جميع كليات الجامعة .

(ب) الإمكانيات البشرية : مازالت معظم الجامعات العربية تعانى من قلة أعضاء هيئة التدريس . وقد يعود ذلك إلى عدة عوامل منها : عدم وجود خطة طويلة الأمد لإعداد أجيال متلاحقة من الأساتذه والمدرسين ، ونقص الحوافز المادية والمعنوية وخاصة إذا قورنت بالحوافز التى تقدمها الهيئات والمؤسسات الصناعية لجذب رجال الجامعات إليها .

وهنا نود أن نلفت النظر إلى الحاجة إلى وضع خطة سريعة لمواجهة هذا النقص إلى جانب الخطة طويلة الأمد . ومن المقترح فى هذا المجال استخدام الوسائل التعليمية الحديثة فى عمليات التعليم لمواجهة الأعداد المتزايدة من الطلاب .

(ج) أساليب التدريس : إذا كان من المتفق عليه أن إمداد الطالب بقدر معين من المادة الدراسية لايكفى وحده لإعداده إعداداً علمياً سليما فإن علينا أن نعيد النظر فى أساليب التدريس التى مازالت تهتم بعمليات التلقين دون الاهتمام بالنواحى السلوكية مثل التدريب على أسلوب التفكير والبحث العلمى وتنمية المهارات اللازمة للتعلم الذاتى . ويرتبط بهذا أيضاً ، ضرورة إعادة النظر فى خطط الدراسة التى تثقل كاهل الطالب بعدد كبير من ساعات الدراسة بحيث لا تتيح له الوقت الكافى للنمو العلمى الذاتى الذى يقوم على الاعتماد على النفس فى الاطلاع والتجريب ، كما لاتتيح له فرصاً كافية لمزاولة أوجه النشاط الاجتماعى والرياضى والثقافى . ومن المفيد أيضاً أن نهتم فى هذا المجال بالتفكير فى أساليب التدريب المعملى والميدانى .

٤ ـ متابعة النمو العلمى للخريجين : لعل من المسلم به أن الإعداد قبل الخدمة لم يعد كافياً وحده لمواجهة التطور العلمى والمتطلبات المتجددة للمجتمع . وفى ضوء نقص إمكانيات التدريب أثناء الخدمة فى المؤسسات ومراكز الإنتاج والخدمات ، يصبح من واجب كليات ومعاهد الإعداد تنظيم الوسائل اللازمة لمتابعة النمو العلمى للخريجين سواء عن طريق برامج للتدريب أو وسائل النشر والإعلام أو مراكز لخدمة الخريجين .

(ج) إعداد الباحثين العلميين (الدراسات العليا) .

إن أى نهضة علمية أصيلة تقوم أساساً على أكتاف مجموعة من الباحثين فى المجالات المختلفة ، قادرين على تنشيط حركة البحث العلمى وربطها مع الحركة الاجتماعية والاقتصادية

ويبدو أن تزايد الإحساس بأهمية العلم فى العالم العربى قد أدى إلى نشاط حركة البحث العلمى فى كثير من الدول العربية من خلال تنظيم الدراسات العليا ومراكز البحوث إلا أن هذا النشاط صاحبه العديد من القضايا المتصلة بإعداد الباحث العلمى ، لعل من أهمها :

١ ـ ماهى الشروط اللازم توافرها فى الباحث العملى ؟ ولعلنا فى هذا المجال نحتاج إلى مناقشة شرط الدكتوراه الذى تأخذ به معظم الدول العربية ، وهل من الممكن التغاضى عن هذه الشروط وخاصة بالنسبة للعاملين فى مراكز البحوث على أساس أنه يجعل الحصول على هذه الدرجة الغاية الأساسية للباحثين ، دون الاهتمام الكافى بالبحوث الجماعية ذات الصفة التطبيقية . وفى هذه الحالة ، ماهى الوسائل الكفيلة بتدريب مثل هؤلاء على أعمال البحوث وخاصة فيما يتعلق بالبحوث التطبيقية ؟

٢ ـ اختيار الباحثين وتوجيههم : إن اجتذاب الممتازين للعمل فى البحث العلمى يعد أمراً هاماً . وهنا يلاحظ أن تقدم الصناعة يؤدى إلى زيادة قدرة المؤسسات الصناعية على اجتذاب الخريجين الممتازين ، وبالتالى ابتعادهم عن مجال البحث العلمى . فما هى الوسائل الكفيلة لمواجهة هذا الموقف ؟ وهل لايكون من المفيد أن تتبنى هذه المؤسسات هؤلاء الخريجين وتتيح لهم فرص البحث العلمى المرتبط بأعمالها ؟

٣ ـ خطط إعداد الباحث العلمى : لما كانت ظروف التعليم العام والجامعى لاتتيح الفرص لاكتساب المهارات الأساسية للبحث العلمى ، ولما كانت طلبات البحث العلمى فى العصر الحديث تحتاج إلى مزيد من العناية فى إعداد الباحثين وتوجيههم ، فقد يكون من المهم إعادة النظر فى الأسلوب التقليدى الذى مازالت الجامعات العربية تسير وفقاً له فى إعداد الباحث . وهنا تثار بعض الأمور منها :

(ا) هل تبعية الدراسات العليا للكليات تحقق نوعية الباحثين المرغوبين وتضمن توفير كافة الظروف الملائمة لإعدادهم أم أن الأمر يحتاج إلى تشكيل جهاز ثابت فى كل جامعة للاشراف على الدراسات العليا أو إنشاء كليات متخصصة للدراسات العليا ؟

(ب) هل حان الوقت الذى ينبغى أن يتفرغ فيه الطالب (كلياً أو جزئياً) أثناء الدراسة العليا حتى يمكن أن تأخذ هذه الدراسات الصورة الجديدة لها مع توفير الوقت والجهد اللازمين ؟

(ج) كيف يمكن تنظيم الإشراف على الدراسات العليا؟ فإزاء ازدياد مشاغل الأساتذة فى التدريس فى المرحـلة الجامعية الأولى ، مع نقص عددهم ، لم يعد لديهم الوقت الـكافى للاشراف على البحوث ـ فهل يكون من المفيد تخصيص أسـاتذة للاشراف على البحوث والدراسات العليا ولو لبعض الوقت ؟ وإلى جانب هذا ، هل الإشراف الفردى المتبع حالياً كاف لـكى يتحقق التكامل المطلوب فى البحوث العلمية أم يفضل إيجاد تنظيم لتوفير الإشراف الجمعى على طلاب الدراسات العليا ؟

٤ — أنواع الدراسات العليـا ووسائلها : تتفاوت الدراسات العليا بين الدرجات الجامعية العليـا (الماجستير والدكتوراه) والدبلومات المتخصصة والبرامج التدريبيـة والتنشيطية .

(ا) ففيما يتعلق بالدرجات الجامعية العليا : تثار أسئلة عديدة منها :

— كيف يعد المتخرج فى الجامعة للبحث العلمى ؟ ومن المقترح فى هـذا المجال تدريبه أولا على المهارات الأساسية مثل التوثيق العلمى وإجراء التجارب ، مع تقويم عمله فى هـذه المرحلة لمعرفة مدى إمكانيته لمتـابعة البحث العلمى .

— بالنسبة لدرجتى الماجستير والدكتوراه ، هل يقتصر للحصول عليها على القيـام ببحث أم ينبغى تنظيم بعض المقررات الدراسية التى تتناول مناهج البحث والمواد التخصصية المختلفة ؟

— هل من المفيـد وضع خطة لبحوث الماجستير والدكتوراه ترتبط باحتياجات المجتمع أم تترك كما هى عليه الآن حرة دون قيود ؟

(ب) وفيما يتعلق بالدبلومات المهنية المتخصصة : ماهى طبيعة هذه الدبلومات ؟ ومن المقترح أن تأخذ هذه الدبلومات شـكل دراسات وتدريبات ذات طبيعة تطبيقية يقصد بهـا إعداد المتخصصين المهنيين إعـداداً علمياً للعمل فى فروع التخصص .

وهل الأنواع الموجودة منها حالياً فى الجامعات العربية كافية أم هنـاك حاجة لإنشاء دبلومات جديدة تغطى احتياجات الصناعة الحديثة ؟

(حـ) وفيما يتعلق بالبرامج التدريبية والتنشيطية : يلاحظ أن هناك حاجة إلى تدريب الأفراد العلميين فى مجال الإنتاج ومجال الخدمات سواء لإعـدادهم للخدمة أو لرفع كفايتهم فى العمل . فما هو الشكل الذى ينبغى أن تأخذه هـذه البرامج ؟ وكيف ينسق العمل فيها بين الجامعات ومراكز الإنتاج والخدمات ؟

(د) إعــداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلميــة المعاونة :

بالرغم من الجهود التى تبذلها الدول العربية من أجل توفير الفنيين المعاونين للأعمال العلمية إلا أن الغالبية العظمى من تلك الدول — كما دلت نتـائج الاستبيان — لا تزال تشكو من قلة الفنيين سواء فى التوثيق العلمى أو فى تصميم الأجهزة وتشغيلها أو تحضير المواد أو الحساب الآلى أو الرسم والتصوير .

وتدل نتائج الاستبيان أيضاً على تفاوت مستويات العاملين فى هذه المجالات ، ففى بعض البلاد العربية يتخرج هؤلاء الفنيين من المدارس الثانوية أو من معاهد إعداد الفنيين ، بينما تعتمد بعض البلاد العربية الأخرى على ذوى الخبرة .

وهذا الوضع يثير بعض النقاط منها :

(ا) ماهى المواصفات اللازم توافرها فى العـاملين بالمجالات العلمية التالية :

١ — التوثيق العلمى والخدمات المكتبية .

٢ — الورش وتصميم الأجهزة .

٣ — تشغيل الأجهـزة وصيانتها وإجراء القياسات وتحضير المواد .

٤ — الحساب الآلى .

٥ — الرسم والتصوير .

(ب) مامدى احتياج الدول العربية للتخصصات السابقة؟ وقد يحتاج الأمر هنا إلى التوصية بإجراء مسح لما هو موجود ومدى كفايته نوعاً وكماً ، وتوقعات المستقبل بالنسبة لهؤلاء الفنيين .

(ج) ماهى وسائل توفير هؤلاء الفنيين ؟ ويتضمن هذا السؤال مناقشة مايلى :

— المستوى الثقافى الأولى الذى ينبغى توفيره فى كل فئة .

— أنواع المعاهد اللازمة لتخريج هؤلاء الفنيين .

— أنواع البرامج التدريبية التى يلزم تنظيمها لهم .

— وسائل اجتذاب العناصر الصالحة وترقية مستواها .

ورقة عمل مقدمة الى
اللجنة الثانية الخاصة ببحث موضوعات
"هيئات ومراكز البحوث ومقوماتها"

١ — ماهى الوظائف والمهمات الأساسية التى يؤدى بها العلم دوره فى خدمة المجتمع فى الدول العربية ؟

تحديد الوظائف والأهداف فى وضوح ييسر اكتشاف سبيل تحقيق هذه الأهداف ، وييسر عملية حشد الإمكانيات المادية وتخصيص الاعتمادات المالية المناسبة لذلك . فعلى الأمة أن توضح فى منهاج عملها الوطنى إدراكها لدور العلم فى المجتمع ، وأن توضح المهمات الأساسية التى ينبغى على الأداة العلمية الوطنية أن تنهض بها .

نذكر على سبيل المثال :

(ا) خدمة الاقتصاد القومى . ونموذج ذلك البحوث العلمية الموجهة لخدمة مشروعات التنمية الصناعية والزراعية والاجتماعية ، وهى بحوث قد تسبق الإعداد لتنفيذ المشروع ، أو تصاحب تنفيذه لتخلصه من العوائق ،أو تصاحب مرحلته الإنتاجية لمواجهة مشاكل عملية الإنتاج ذاتها .

(ب) تدريب تقنيين علميين لخدمة مشروعات التنمية الحالية والمستقبلة ؛ ذلك لأن الصناعة الحديثة أصبحت تعتمد على تطبيقات علمية متجددة وخاصة فى مجال الفيزيقا التطبيقية والكيمياء وواضح أنه سيكون للتحكم التلقائى والاتوماتية Automation دور أكبر فى مستقبل الصناعة ، كذلك ستعتمد الصناعة على مصادر جديدة للطاقات وخاصة الطاقة الذرية والنووية .. لذلك يلزم أن تنهض الأداة العلمية بواجب تدريب تقنيين علميين لمواجهة متطلبات « الثورة الصناعية الثانية » — انظر البحث المقدم من مركز التنمية الصناعية للدول العربية إلى المؤتمر .

(ج) جسر لنقل التكنولوجيا المعاصرة وتوطينها . من الواضح أن الصناعة إذا نقلت إلى البلاد الناهضة دون إعداد البيئة الصالحة لتوطينها ، فإنها تتعرض لضروب من الفشل . وللعلم دور هام فى إعداد البيئة المناسبة لنقل التكنولوجيا المعاصرة وتطوير الصناعة بتطبيقاتها وتقليل الفجوة بين المتخلف والمتقدم .

(د) الإسهام فى التقدم العلمى المعاصر : وهذا قسط من الجهد العلمى الوطنى ينطلق فيه البحث العلمى الحر ليحقق اكتتاب الأمة فى التقدم الحضارى . ويلزم أن يتاح لهذا الجانب من الجهد العلمى أن يؤدى دوره فى التعريف بمجتمعه وإبراز صورته السمحة للعالم .

٢ — ماهى آثار الثورة التكنولوجية والتقدم الصناعى فى الدول المتقدمة على اقتصاديات الدول النامية ومنها الدول العربية ؟

(ا) توسيع الفجوة بين المتقدم والمتخلف : أشارت الدراسة التى قدمها مركز التنمية الصناعية للدول العربية وتلك التى أعدها د. محمد حسن عباس إلى الفجوة التكنولوجية بين دول أوربا الغربية والولايات المتحدة الأمريكية وتخوف الدول الأوربية مما يسمى بالاستعمار التكنولوجى . والفجوة بين الدول المتقدمة والدول النامية أوسع ، ومازال تزداد اتساعاً وخطراً .

(ب) تدهور أسعار المواد الخام التى يعتمد اقتصاد الدول النامية ومنها الدول العربية عليها ، وارتفاع أسعار المواد المصنعة التى تنتجها الدول المتقدمة . إن مقارنة تدهور أسعار القطن والكاكاو والمطاط الخام خلال السنوات العشر الماضية بازدياد أسعار السيارات والأدوات الكهربائية خلال نفس المدة يوضح هذه النقط . وقد تناولت مؤتمرات التجارة والتنمية التى عقدت فى اليابان والهند وغيرها هذه المسألة بالدراسة .

(حـ) تضخم القوة الاقتصادية للدول المتقدمة باتحادها على مستوى الدول مثل السوق الأوربية المشتركة ، أو مستوى اتحاد الشركات والاحتكارات الكبرى مثل اتحاد شركات جنرال موتورز أو فورد التى أصبحت شركات عالمية . ويقابل ذلك تفتت القوة الاقتصادية للدول المتخلفة لعدم توحيد قواها الاقتصادية . ولعل دراسة استراتيجية إنتاج البترول فى العالم توضح قوة تحكم القوة الاقتصادية للدول الغربية فى إنتاج مادة خام توجد أغلب حقولها فى الدول النامية .

(د) التقدم العلمى فى الدول المتقدمة هو أحد العوامل الأساسية فى اجتذاب العناصر العلمية من الدول المتخلفة ، ومنها الدول العربية ، ذلك لأن العالم يشعر بانتمائه إلى الحضارة المعاصرة التى تتمثل فى الدول المتقدمة أكثر من شعوره بالانتماء لدولته المتخلفة . إن ما تشكو منه الدول النامية من استنزاف العقول الذى يتمثل فى هجرة العلماء أصبح مشكلة عامة للدول النامية ومنها الدول العربية .

٣ — أين مواقع العمل العلمى فى الدول العربية ؟

(أ) الجامعات العربية ، حوالى ٢٠ جامعة بالإضافة إلى عدد من الكليات المهنية العليا للجامعات العربية بالإضافة إلى مهمة التأهيل والتدريب ، مهمة الإسهام فى الجهد العلمى فى مجال البحوث . ولقد كان للجامعات فى عدد من الدول العربية فضل الريادة فى مجال البحث العلمى قبل أن تنشأ مؤسسات البحث العلمى المتخصصة . وما يزال جزء كبير من البحث العلمى يجرى فى الجامعات ، ويرجع ذلك إلى أسباب متعددة منها أن بالجامعات حشداً من العلماء المؤهلين للقيام بمسئوليات البحث العلمى . وقد أنشئت فى عدد من الجامعات العربية لجان تختص بالبحوث ويختص أحد وكلاء الجامعة بمسئولية تنسيق برامج البحوث على مستوى الجامعة ، وتعمل بعض الجامعات العربية على إنشاء صندوق خاص لتمويل البحوث العلمية .

(ب) مراكز البحوث القومية ، وهى مراكز متعددة الاهتمامات ، ونموذجها المركز القومى للبحوث بالقاهرة (استكمل

إنشاؤه ١٩٥٤) والمركز القومى للبحوث الصناعية بالخرطوم (أنشئت نواته بمعونة الأمم المتحدة عام ١٩٦٥) . تتناول مثل هذه المراكز برامج البحوث طويلة المدى مع الاهتمام بالأسس العلمية للمشاكل التطبيقية ، أى جذورها الممتـدة فى مجالات علوم الكيمياء والفيزيقا والأحياء .

من المرغوب فيه — إن وجد مركز قومى للبحوث — أن يلحق به مركز قومى للتوثيق العلمى تستكمل فيــه العناصر المطلوبة لمثل هذا المركز .

(ح) مراكز البحوث المتخصصة (النوعية) ، وتتبع فى بعض الأحوال وزارات الإنتاج ، ونموذج ذلك مراكز ومحطات البحوث التابعة لوزارات الزراعة والصناعة والصحة فى عدد من الدول العربية ، أو تتبع وزارة البحث العلمى أو الهيئة التنظيمية العليا للبحث العلمى حسب الأحوال ونماذج ذلك معهد الصحراء ومعهد البحوث الطبية ومعهد أبحاث البناء وغيرها مما يتبع وزارة البحث العلمى فى مصر .

(د) توجد فى بعض الدول العربيــة (الجمهورية العربية المتحدة والجمهورية العربية السورية) وزارة للبحث العلمى ، تنهض بمسئولية قطاع رئيسى فى البحوث العلمية .

(هـ) أنشئت فى بعض الدول العربيــة (الجمهورية العربية السورية والأردن ولبنـــان والعراق) مجالس عليا لتنسيق البحوث العلمية ، كما أنشئت فى بعض الدول لجان علميه تختص كل منها بتنسيق البحوث وتوجيهها فى مجال متخصص (مثل لجنة الأراضى الجرداء ، لجنة علوم البحار ، ولجنة علم استخدام المياه ، . . . الخ) .

٤ — ما هى صورة مجموعة مراكز البحوث العلمية التى يلزم أن تستكمل على الصعيد المحلى فى كل من الدول العربية ؟

(أ) مجموعة مراكز بحوث يختص كل واحد منهـا بعنصر من عناصر الإنتاج الرئيسية ، وأمثلة ذلك :

مركز بحوث القطن فى السودان وفى الجمهورية العربية المتحدة .

مركز بحوث الصمغ العربى فى السودان .

مركز بحوث البترول فى المملكة العربية السعودية وفى الكويت .

مركز بحوث المراعى فى الجمهورية العربيـة السورية وفى العراق .

مركز بحوث الفوسفات فى المملكة المغربية . . . الخ .

ويعتمد وجود هذه المراكز على عناصر الإنتاج الرئيسية وتختلف من بلد عربى إلى آخر .

(ب) مجموعة مراكز بحوث يختص كل منها بواحد من الموضوعات العلمية الرئيسية ، وأمثلة ذلك :

مركز بحوث تربية النبات
مركز بحوث الأراضى وتغذية النبات
مركز البحوث الذرية
مركز بحوث البيئة
مركز بحوث أمراض النبات . . . الخ .

(ج) قد يحتاج استكمال الأداة العلمية فى بعض الدول إلى إنشاء مركز قومى للبحوث ، يكون استكمالا لما ينقص من المجموعتين السابقتين ، ويكون حاضن تفريخ لتكوين مراكز علمية تستقل عند النضج أى عند استكمال مقوماتها وخاصة من ناحية الأفراد العلميين . ويكون كذلك موضعاً للقيام ببحوث علمية تتعلق بالإضافة إلى الحصيلة العلمية وبالتطبيقات العلمية بعيدة المدى .

(د) يجب أن يكون إنشاء هذه المجموعات ، أو استكمال إنشائها وفق خطة قومية متكاملة وواضحه المعالم والأهداف والمراحل . والقول بالخطة القومية يقتضى وجود مضمون فلسفي متفق عليه ، ويعنى وجود خطة وسياسة دائمة لا يعتورها التغير . فليس أخطر على الكيان العلمى النامى من القلق الذى ينشأ عن عدم وجود سياسة دائمة وخطة قومية تنبع من مضمون فلسفي واضح .

ويراعى أن الصورة التفصيلية لكل مركز تتوقف على حجم مايتناوله من موضوعات ، وعلى الطبيعة العلمية لهذه الموضوعات .

ويراعى كذلك أن للجامعات وظيفة رئيسية فى مجال البحوث العلمية ، وأنها جزء من الأداة العلمية .

٥ — ماهى المقومات التى يلزم أن تهيئها الدولة لمراكز البحث العلمى ليتسنى لها أن تنهض بمسئولياتها ؟

(أ) الأفراد العلميون بكافة درجاتهم من مساعد المعمل إلى قائد فريق الباحثين ، مع مراعاة أن ينتظم الأفراد العلميون فى فرق بحث متكاملة . ويتضمن إعداد الأفراد العلميين وضع برنامج لتدريبهم ، وغالباً ما يحتاج ذلك إلى وضع خطة للبعثات العلمية واعتماد الميزانيات اللازمة لتنفيذ هذه الخطة . كذلك يلزم أن يكون لدى مراكز البحوث القدرة على الاحتفاظ بهؤلاء الأفراد العلميين ، وتهيئة الظروف المناسبة لتفرغهم للعمل العلمى .

(ب) المعامل والتجهيزات المعملية وحقول التجارب وورش الصيانة ، حسب طبيعة البحوث التى تجرى فى كل مركز ، الإنفاق على هذا الباب يستغرق الجزء الأكبر من الإنفاق العلمى ، يلزم أن يكون لدى مخازن مراكز البحوث كميات احتياطية معقولة من المواد الكيميائية والزجاجيات وغيرها من المواد المستهلكة . كذلك يلزم الاهتمام بورش صيانة الأجهزة العلمية وإصلاحها ، وأن تكون لدى هذه الورش القدرة على صناعة أجهزة معينة أو تركيب أجهزة يحتاج إليها الباحثون ويقوم على تصميمها الباحث بمعاونة مهندسى الورش

(ح) المكتبة العلمية النامية على الدوام والقادرة على أن تصل الباحثين بالنتائج العلمية التى ينشرها الباحثون فى أرجاء الأرض. وقد تكون المكتبة فى مركز البحوث المتخصص ذات طابع تخصصى ، مع وجود مكتبة رئيسية متكاملة تتبع هيئة بحوث مركزية . ويلزم أن يكون مع كل مكتبة جهاز توثيق علمى يعتمد حجمه على حجم العمل فى المركز .

كذلك يلزم أن تتاح أعمال المساعدة فى الكتابة وإعداد البحوث للنشر ، مثل الرسم العلمى وإعداد الخرائط وجداول الإحصاءات ... الخ .

(د) تعريف الباحثين أو فرق البحث ، كل فى مجال تخصصه ، بمشاكل التنمية التى يلزم أن تتجه البحوث إلى تناولها ..وقد يقتضى هذا إيجاد وسيلة للصلة والربط بين هيئات الإنتاج القومى وهيئات البحوث.وقد يقتضى رسم خطة للبحث العلمى على مستوى قومى .

(هـ) ميزانية للانفاق العلمى المناسب .

(و) تهيئة المناخ المناسب (مادياً وأدبياً) للافادة القصوى من الباحثين ومن الأداة العلمية كلها ، فلا يمكن أن تتجلى عبقرية الباحث وموهبته فى مجال البحث العلمى إذا تنازعته عوامل القلق وعدم الاستقرار ، ذلك لأن البحث العلمى بطبيعته عملية طويلة الأمد وجو الاستقرار النفسى عنصر هام جداً ...

نذكر هنا أن ليس هناك تناقض بين احتياجات الوطن من الجهد العلمى وبين حرية الباحث وانطلاقه . فالباحثون من أهل الوطن وسعادتهم فى خدمته وفى شعورهم بأن وطنهم فى حاجة إليهم وأنهم قادرون على خدمته .

كذلك نذكر أن العمل فى مجال البحث العلمى أصبح مهنة وحرفة ومصدراً للرزق بالنسبة للعاملين فى البحث العلمى ويجب أن يكون فيما يجرى على الباحثين من دخول ما يهيىء لهم ظروف التفرغ للعمل العلمى .

٦ — ما هى المقومات التى يلزم أن تهيئها الدولة لتدعيم خدمة التوثيق العلمى والمكتبات ؟ وماذا تعد الدول العربية مجتمعة لمواجهة مسألة تفجر المعلومات العلمية التى تصدر فى مليونى بحث كل عام وتنشر فى أربعين لغة ؟

(ا) المكتبة العلمية كالكائن الحى إما أن ينمو باستمرار أو أن يموت لذلك يلزم أن تتسع الاعتمادات المالية للنمو المستمر والمتكامل للمكتبة العلمية . المكتبة العلمية تحتوى على كتب المراجع وعلى دوريات نشر البحوث بأنواع هذه الدوريات . وتواجه المكتبات التى تنشأ مشكلة المجموعات السابقة من الدوريات العلمية ، ومع أنه من المرغوب فيه أن تستكمل مجموعة الدورية الواحدة إلا أن صعوبة هذا الاستكمال قد تدعو فى بعض الأحوال إلى الاكتفاء بالعشر سنوات الأخيرة مع الحرص على استمرار وصول الأعداد الجديدة فور ظهورها .

(ب) النشر العلمى فى العالم يتم بلغات متعددة ، ولا يمكن للباحث أن يلم إلا بعدد قليل من تلك اللغات لذلك يلزم أن يعاونه جهاز توثيق علمى كفء يصل الباحث بالبحوث المنشورة باللغات التى لا يعرفها . ولعله من المبالغة أن نتوقع فى المكتبات العلمية إمكانية التوثيق العلمى (ترجمة وتلخيص ... الخ) بعشرات اللغات التى تنشر بها البحوث ، ولكن يلزم أن يكون فى إمكان أداة التوثيق تناول اللغات الرئيسية : الانجليزية — الألمانية — الفرنسية — الروسية — الأسبانية — الصينية — اليابانية .

(جـ) التعاون بين الدول العربية فى مجال الخدمة المكتبية التوثيق العلمى يزيد من كفاءة الخدمة ويوفر الجهد . ومن الممكن وضع نظام ثابت لتبادل الترجمات والموجزات للبحوث فى إطار التعاون العلمى بين الدول العربية .

(د) عملية الترجمة والنقل من لغة إلى أخرى أصبحت تجارة رابحة وخاصة بين اللغات الروسية والإنجليزية والفرنسية والألمانية ، وهى عملية لا تقتصر حالياً على الكتب بل تتناول الدوريات العلمية أيضاً . والدوريات العلمية الروسية فى مجالات العلوم الرياضية والطبيعية والكيمياء تترجمها شركات تجارية أمريكية ، وتطرحها فى السوق بأسعار عالية بعد عملية الترجمة . كذلك نشأت فى إسرائيل شركة تجارية لترجمة الكتب الروسية إلى اللغة الإنجليزية وغيرها .

(هـ) النشر العلمى هو جزء مكمل لعملية البحث العلمى ذاتها ، ولعل إصدار الدوريات العلمية (بمعاونة الجمعيات العلمية المتخصصة) وإصدار نتائج الدراسات العلمية الخاصة (مونوجراف) أن تكون وظائف مركز توثيق قومى . ومجال النشر العلمى يتسع للتعاون بين مجموعة الدول العربية ، وبذلك يمكن نشر عدد من الدوريات العلمية المتخصصة بانتظام .

يطرح النشر العلمى قضية لغة نشر نتائج البحوث فى العلمية التى تقوم بها مراكز البحوث فى البلاد العربية ، هل هى اللغة العربية أم هى إحدى اللغات الأوربية التى تتداول بها البحوث ؟ نذكر فى هذا الصدد أن عدداً من البلاد مثل اليابان والسويد تنشر البحوث باللغة الانجليزية فى الأغلب

الأعم ، وأن البحوث التى تنشر باللغة المحلية تذيل بملخصات وافية باللغة الانجليزية أو الفرنسية أو الألمانية .

ما هى أسس وضع ميزانيات البحوث والإنفاق العلمى على المستوى القومى ؟

(ا) الإنفاق على البحث العلمى بمعدل ١٪ من الدخل القومى الكلى أصبح الحد الأدنى الذى يلزم أن يستهدفه واضعو ميزانيات البحث العلمى بالبلاد النامية .

(ب) معدل الإنفاق العلمى فى مجال الزراعة قد يقل عن ١٪ من دخل القطاع الزراعى ، وفى مجال الصناعة قد يزيد على ١٪ من دخل القطاع الصناعى . وهذه أمور تؤخذ فى الاعتبار عند النظر فى توزيع تفاصيل ميزانيات البحوث .

(ج) توضح معدلات للانفاق العلمى السنوى بالنسبة للفرد العلمى الباحث ، وهى معدلات تتراوح من ٣٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ جنيه بالنسبة لأغلب البحوث التطبيقية ، وفى مجالات خاصة مثل بحوث الذرة والصواريخ ... الخ قد تزيد المعدلات عن ذلك بكثير . يقصد بمعدل الإنفاق العلمى بالنسبة للفرد مجموع مرتبه السنوى ، وما ينفقه على بحوثه من المصروفات الدورية ولا يدخل فيها اعتمادات الإنشاءات الدائمة .

(د) ينبغى أن تخصص ميزانيات للحوافز والجوائز التشجيعية . ويراعى فى تحديد مرتبات الباحثين ما يهيء لهم التفرغ للعمل العلمى والاستقرار النفسى .

(هـ) يكون الإنفاق على مستوى مركز البحوث خاضعاً للوائح ونظم إدارية مرنة لا تعوق العمل العلمى .

فمن المستحيل أن تدار مراكز البحوث من رئاسة إدارية مركزية يرجع إليها فى الأعمال اليومية . إنما تدار مراكز البحوث بطريقة الارتباط ببرامج عملية مرفق بها ميزانية محددة ، وكل ذلك فى إطار فلسفة عامة تحدد أهداف البحث العلمى والعلاقات الإنسانية داخل مركز البحوث الواحدة وفيما بين مراكز البحوث المتعددة .

٨ ـ ما هى أنماط العلاقة بين مراكز البحث العلمى والتنظيم الإدارى للحكومة ؟

(ا) وحدات بحوث بالجامعة . من المرغوب فيه أن تنظم بالجامعة وحدات بحوث تشتمل على فريق من الباحثين مع معاونيهم ، تتناول الوحدة موضوعاً علمياً أو مشكلة علمية ... ويجوز أن يتولى الإنفاق على هذه الوحدات صندوق البحوث بالجامعة ، كما يجوز أن يتولى الإنفاق عليها اعتمادات أبحاث تخصصها هيئات صناعية أو زراعية مثلا من خارج الجامعة .

درجت بعض البلاد (بريطانيا مثلا) على تكوين وحدات بحوث بالجامعات تنفق عليها مجالس البحوث (مجلس البحوث الزراعية ـ مجلس البحوث الطبية ـ مجلس البحوث الصناعية) وتكون الوحدة فى أغلب الأحوال نواة تكبر حتى تنضج ثم تنفصل وتصبح مركز بحوث مستقل ، أى أن الجامعات يمكن أن تؤدى وظيفة « حاضن التفريخ » بالنسبة لمراكز البحوث التى تستحدث .

(ب) مراكز بحوث تابعة للوزارات أو الهيئات العامة . الواقع أن هناك مراكز بحوث تابعة لوزارات الإنتاج كالزراعة والصناعة أو لوزارات الخدمات كالصحة ، والإسكان والمرافق .. الخ . وهذه التبعية تثير مناقشة ذات طرفين

ـ تبعية مركز البحوث للوزارة أو الهيئة المستفيدة من بحوثه يزيد الارتباط المباشر بين البحث العلمى والتطبيق .

ـ تبعية مركز البحوث للوزارة أو الهيئة المستفيدة من بحوثه يفقد المركز استقلاله العلمى ولا يهيء للباحثين ظروف الانطلاق وقد ينتج عن ذلك تحول تدريجى بالمركز عن أغراض البحث العلمى إلى أغراض الخدمات العلمية .

هذه المناقشة أثيرت فى مصر بالنسبة للمركز القومى للبحوث عام ١٩٥٥/٥٤ ، هل يتبع المجلس القومى للانتاج أو يستقل ويتبع رئاسة مجلس الوزراء ؟ كما تثار هذه المناقشة حول معهد الصحراء مثلا وهل يتبع المؤسسة العامة لتعمير الصحارى كما كان الحال فيما بين ٥٩ و١٩٦٣ ، أو يتبع وزارة البحث العلمى كما هو حاله منذ ١٩٦٣ ؟

(ج) مراكز بحوث متفرغة للبحث العلمى وتابعة لوزارة البحث العلمى ، أوتابعة لهيئة أو مجلس قومى لتنسيق البحوث العلمية . مثال ذلك مجموعة مراكز ومعاهد البحوث التابعة لوزارة البحث العلمى فى الجمهورية العربية المتحدة .

فى جميع الأحوال ينبغى أن تتمتع مراكز البحث العلمى بقسط من الاستقلال الإدارى والمرونة التنفيذية . وفى أحوال تبعية مراكز بحوث معينة لمصالح حكومية تتولى أعمال إنتاجية أوتنفيذية يجب أن يراعى أن للبحوث وظيفة مختلفة عن الأعمال الروتينية ذات الطابع العلمى كأعمال التحليلات والرقابة على الإنتاج . . . الخ .

٩ — كيف تواجه الدول العربية المشاكل التطبيقية ذات الطابع الإقليمى ، وما هى مبررات إنشاء منظمات بحوث اقليمية على الصعيد العربى ، وما هى الصور المختلفة لمثل هذه المنظمات العامية .

(أ) تلك مشاكل علمية تطبيقية يتحتم تناولها على نطاق إقليمى ، نظراً لطبيعتها الموضوعية . مثال ذلك مشكلة الجراد الرحال الذى يتكاثر فى موضع ثم يرحل أسراباً إلى مواضع أخرى بعيدة . ومشكلة زحف الحد الصحراوى . وموضوع أحواض تخزين المياه الجوفية التى لا يمكن تحديد أبعادها إلا بجهد مشترك من مجموعة دول متجاورة . وموضوع الأرصاد الجوية والتنبؤ الجوى . . . . الخ .

(ب) هناك مشاكل علمية تطبيقية يحسن تناولها فى نطاق إقليمى مثال ذلك الأمراض المتوطنة . واستغلال مصادر الطاقة الطبيعية والهندسة المعمارية ومواد البناء المناسبة لظروف المناخ الجاف الحار . . . الخ .

(ج) يجوز أن يكون المركز الإقليمى مركزاً واحداً ينشأ فى أحد الأقطار وتتفق عليه مجموعة الدول العربية ويكون فى خدمتها جميعاً ، مثال ذلك المركز الإقليمى للنظائر المشعة بالقاهرة وعلى منواله يجوز التفكير فى إنشاء مركز إقليمى لدراسة استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، ومركز إقليمى لبحث مواد البناء وهندسة العمارة . . . الخ .

(د) يستلزم الأمر فى بعض الموضوعات أن يكون المركز الإقليمى مركزاً رئيسياً تتبعه محطات فرعية موزعة فى الإقليم . مثال ذلك المركز الإقليمى لدراسات المناطق الجرداء المزمع إنشاؤه فى دمشق ، ويكون على صلة بمجموعة من المحطات الحقلية فى سائر البلاد العربية .

(هـ) فى أحوال أخرى يكون المطلوب إنشاء هيئة تنسيق إقليمية تربط بين عدد من مراكز البحوث المتناظرة مثال ذلك هيئة إقليمية للأرصاد الجوية . . . الخ .

١٠ — ما هى جدوى تعاون الدول العربية فى مجال تنظيم الملكية الصناعية والإشراف على تنفيذ قوانين الملكية الصناعية وحقوق الاختراع ؟

ورقة عمل مقدمة الى
اللجنة الثالثة الخاصة ببحث موضوعات
"التنسيق والتعاون فى المجال العلمى بين البلاد العربية"

تقديم :

تتناول البحوث المقدمة أمر التنسيق بين البلاد العربية فى اطار فكرة أساسية واحدة تربط بينها جميعاً . وإن اختلفت الموضوعات المتخصصة التى تناقشها ، هى البحث فى وسائل تحقيق هذا التنسيق . وهى بهذا تسلم ضمناً بأن هذا التنسيق أمر مرغوب فيه فى المجال العلمى .

إلا أن البحوث قد تناولت أيضاً ، على سبيل التقديم ، أمر دواعى هذا التنسيق ومبرراته . ولعل هذه المبررات هى الرباط الذى يصل بين ما يجرى فى لجنة العمل هنا من دراسة و بين ما تناقشه جلسات المؤتمر العامة ولجان عمله الأخرى . فمن بين دواعى التنسيق التى تشير إليها البحوث ، الثورة التكنولوجية المعاصرة التى شهدتها الدول المتقدمة فى السنين الأخيرة وأثرها فى الدول النامية وهذا هو الموضوع الذى تناقشه اللجنة الفرعية الثانية أيضاً فى بحثها فى أمر مقومات هيئات ومراكز البحوث . ومن بين هذه الدواعى أيضاً طبيعة التحدى الإسرائيلى الذى يواجهه العرب جميعاً اليوم في معركة المصير ، والوجه الخاص لهذا التحدى فى المجال العلمى . وهذا أمر ناقشه المؤتمر فى اجتماعه العام الثانى .

ولكن البحوث المقدمة تشير إلى تشابه البيئات العربية ومشكلاتها العلمية وإلى ما يفرضه هذا التشابه من ضرورة التنسيق . وهى تشير كذلك إلى أن التنسيق فى المجال العلمى ، شأنه فى هذا الشأن كل أعمال التنسيق فى المجالات المتخصصة ، هو التعبير العملى عن مفهوم الوحدة العربية المنشودة وهو خطوة عملية على طريق تحقيق هذه الوحدة .

ونوجز فيما يلى وجهات النظر التى تعرضها البحوث المقدمة ، ونتائج الاستبيان التى تجمعت لدى الإدارة الثقافية بجامعة الدول العربية فى الموضوعات المدرجة فى جدول أعمال هذه اللجنة .

١ - وسائل العمل على الاحتفاظ بالعلميين فى البلاد العربية والاستفادة بهم فى تخصصاتهم

تبدى هذه المجموعة من البحوث تشابهاً ملفتاً ، فى النقاط التى تتعرض لها بالبحث ، فى الأفكار والآراء والاقتراحات التى توردها ، بل وفى ترتيب عرضها للموضوع وذلك على الرغم من أنها تأتى من مصادر متباينة . ولهذا التوافق الغريب مغزاه الذى قد يكون من المفيد أن يمعن المؤتمرون النظر فيه . فعددالبحوث المقدمة يعكس قلق الغالبية العظمى ممن يعنيهم مصير الأمة العربية من تفشى هذه الظاهرة فى كثير من البلاد العربية ، والبحوث ذاتها — بل والردود على استبيان الإدارة الثقافية — تظهر اتفاقاً يكاد يكون تاماً حول وسائل الاحتفاظ بالعلميين فى الوطن العربى . فلماذا إذن لم يؤخذ بهذه الوسائل ؟ ولماذا لا تتخذ الخطوات الكفيلة بتنفيذها ؟ وهل يرجع هذا إلى أن أسلوب معالجة المشكلة يغفل اعتبارات عملية عميقة الأثر تجعل تنفيذ هذه الاقتراحات عسيراً ، إن لم يكن مستحيلا ؟ وإن كان الأمر كذلك ، فما هو الأسلوب الأمثل فى تناول هذا الموضوع والذى يضمن أن تجىء نتائج دراستنا له عملية فعالة ؟

وربما يساعدنا فى الإجابة على هذه التساؤلات أن يبرز عرضنا للبحوث بعض الاختلافات فى وجهات النظر المعروضة فيها وبعض النقاط التى لم تتوقف عندها طويلا .

ولقد حاولت بعض البحوث أن تبرز حقيقة وحجم الإضرار الناجمة عن هجرة العلميين . ولكنها اكتفت بأن رفضت — دون مناقشة — الآراء القائلة بأن الهجرة حل لمشكلة فائض الخريجين التى تعانى منها بعض الدول العربية ودعم لاقتصاديات تلك الدول ، ورفع لشأن الوطن العربى ، وفرصة لاكتساب العلماء العرب مزيداً من الخبرة والمعرفة التى ربما عادوا بها إلى أوطانهم ، بشكل أو بآخر ، فيما بعد . وهذا رأى تنادى به بعض الدول المستقبلة للمهاجرين فتقول إن الهجرة لا تترتب عليها بالضرورة خسارة كبيرة للدول المصدرة ، لأن هذه الأخيرة لا تملك حتى الآن وسائل الاستفادة بهم . ويثير البحث المفصل فى هذا الأمر التساؤل حول حقيقة أسباب عجز بعض الدول عن الاستعانة بالأفراد العلميين فيها ويجرنا إلى مناقشة سياسة إعداد العلميين وطرق إعدادهم ومكان إعداد العلميين فى خططها للتنمية عموماً ، وفى مجال التعليم بوجه خاص . وستسهم الإجابة على هذه التساؤلات فى توضيح حقيقة الإضرار الناجمة عن هجرة العلميين على المدى القريب وفى المستقبل البعيد .

ولقد حاولت البحوث أيضاً ، كما حاول الاستبيان ، إبراز معالم واضحة لصور الهجرة وحجم حركتها واتجاهاتها . واهتمت بعض الدراسات بالمبعوثين الممتنعين عن العودة إلى أوطانهم ، وقصرت دراسات أخرى اهتمامها على الهجرة إلى العالم المتقدم ، وأشار بعضها إلى أمر هجرة العلميين داخل الوطن العربى ذاته . ويؤكد هذا النقص الشديد فى البيانات المتاحة عن حركة الهجرة ويلفت النظر إلى أهمية تنظيم حركة جمع المعلومات وتحليلها على المستويين الوطنى والقومى ، طبقاً لخطة مدروسة يتفق عليها فى إطار عربى موحد ، تصوغه أجهزة جامعة الدول العربية وتشرف على تنفيذها . ويثير هذا أمر مساس هذه البيانات بأمن الدول العربية وسلامتها وهيبتها فى المحافل الدولية . وفى هذا المقام ، تنبهنا بعض البحوث إلى أن هذه البيانات متاحة بكل حذافيرها للدول المستقبلة للمهاجرين وترى أنه ليس فى جمعها وتداولها أى مساس بسلامة الأمة العربية ومكانتها الدولية ، خصوصاً وأن هذه ظاهرة عالمية تشكو منها بعض الدول المتقدمة أيضاً .

وتشير نتائج الاستبيان إلى أن هناك دولتين عربيتين على الأقل (الكويت وليبيا) لا تشكوان من هجرة العلميين . ويؤكد هذا ضرورة الإجابة عن التساؤلات

الآتية : ما هو الحجم الحقيقى للمشكلة فى كل بلد عربى ؟

إلى أين يذهب المهاجرون ؟

ما هى نسبتهم فى كل تخصص ؟

كيف تتغير هذه النسبة من بلد عربى إلى آخر ؟

وستكون هذه البيانات أساساً يطمئن إليه فى حساب توقعات المستقبلين القريب والبعيد .

وتورد البحوث — وتشاركها فى هذا ردود الاستبيان — أسباباً معروفة — لهجرة العلميين . فهى تذكر مثلا ، فى إطار الأسباب الداخلية ، عدم الاستفادة منهم فى تخصصاتهم ، وعدم توفر المناخ العلمى وكثرة معوقات النشاط العلمى (وهى أمور ناقشها المؤتمر فى جلسته العامة الأولى) ، وسوء الأحوال المعيشية للعلميين ، وما يعانون منه من قيود على حرية العمل والتعبير والفكر . وهى تشير ، فى إطار الأسباب الخارجية ، إلى آثار الثورة التكنولوجية فى خلق فرص عمل كثيرة للعلميين وتهيئة مستوى مرتفع لهم وإشباع طموحهم العلمى . كما تشير إلى انبهار بعض شباب العلميين العرب بالحياة فى الدول المتقدمة وإلى زواجهم من أجنبيات .

وتحاول بعض الدراسات المفاضلة بين هذا الحشد من الأسباب وإبراز الحاسم منها . ولكنها تعانى فى سبيل تحقيق هذا من غياب دراسة يطمئن إليها للتعرف على حقيقة الدوافع التى حركت العلميين الذين هاجروا فعلا والتى تدفع غيرهم إلى التفكير فيها . ويؤكد هذا أهمية القيام بدراسات ميدانية بين المهاجرين وراغبى الهجرة أنفسهم للكشف عن الأهمية النسبية لكل واحد من هذه الأسباب ، وذلك أسوة بما قامت به بعض الدول المتقدمة فى بداية اهتمامها بمعالجة هذه المشكلة والبحث عن أفضل الحلول لها .

وفى صدد اقتراح الوسائل للاحتفاظ بالعلميين تشير البحوث أولاً إلى أهمية إشتراك الدول العربية اشتراكا إيجابياً فى أعمال المنظمات الدولية فى هذا المجال وتوصى بأن تتعاون مع هذه المنظمات فيما تقوم به من دراسات وأبحاث فى هذه المشكلة ، كما توصى بأن تعمل على خلق رأى عام دولى فى هذه المحافل بشجب هذه الهجرة ويدعو إلى تنظيمها .

وعلى المستوى الإقليمى العربى ، تدعو بعض البحوث إلى جمع إحصائيات مفصلة عن احتياجات البلاد العربية من العلميين والتنسيق والتكامل بينها فى الوفاء بهذه الاحتياجات عن طريق مركز عربى إقليمى يجمع المعلومات عن العلميين العرب فى الوطن وفى المهجر ويتعرف على رغباتهم ، من ناحية ، ويتلقى من الناحية الأخرى طلبات الهيئات والمؤسسات العربية للافراد العلميين فى التخصصات التى لا تتوفر فيها . وتدعو البحوث أيضاً إلى رفع كل القيود على استخدام العلميين العرب فى أى مكان من العالم العربى ليصبح الوطن العربى منطقة جذب للعلميين ، لا منطقة طرد لهم . واقترح أيضاً توحيد الجهود العربية فى مجال إنشاء مراكز البحوث الحديثة ، نظراً لأنها باهظة التكاليف ، وخلق الوعى العلمى الذى يهيىء للعلميين مناخاً علمياً صحياً ، وربط العلميين العرب فى المهجر بالوطن العربى وتشجيع وتنظيم الاستفادة منهم .

ولقد ورد إلى الإدارة الثقافية اقتراح من الأستاذ عبد السلام — مدير المركز الدولى للطبيعيات النظرية فى تريستا بإيطاليا ، لتنظيم زيارة العلميين العرب لمراكز البحوث الدولية بصفة دورية واشتراكهم إشتراكا فعلياً فى أعمال هذه المراكز . وهذا اقتراح مفصل جدير بأن يحظى باهتمام اللجنة وبمناقشته تفصيلا واتخاذ قرار فى شأنه .

وتتناول البحوث وردود الاستبيان أيضاً مسئوليات كل دولة فى العمل على الاحتفاظ بالعلميين فيها فتشير إلى أهمية إطلاق الحرية الشخصية والفكرية للعلميين ، وإلى ضرورة تحسين أحوالهم المعيشية وتشجيع المجدين منهم

وتكريمهم ، وإلى أهمية إشتراكهم فى اتخاذ القرارات العلمية والربط بين نشاطهم واحتياجات مجتمعهم وتوفير احتياجات العمل العلمى . كما تقترح بعض البحوث أيضاً إعادة النظر فى إيفاد شباب غض للدراسة خارج العالم العربى قبل أن يستكمل دراسته فى معاهد عربية ، وذلك ضماناً لأن يجيء سفرهم وقد نضجوا فكرياً وعلمياً . ومع أن بعض البحوث يشير إلى القدرة على تنفيذ هذه الإقتراحات ، كلها أو بعضها ، تتوقف على حجم النشاط الإقتصادى فى الدولة ونوعه وعلى الأحوال الإجتماعية والسياسية السائدة فيها ، إلا أنها لا تتناول هذا الإعتبار الحاسم بأى قدر من التفصيل أو التعمق .

٣ ـ وسائل التنسيق بين البلاد العربية فى المجال العلمى

تعكس البحوث المقدمة ، مرة أخرى ، وحدة فكرية واضحة فى تحديد وسائل التنسيق العربى فى المجال العلمى . ولكنها لا تناقش الصعوبات والمشاكل التى تعترض سبيل تنفيذ هذه التوصيات التى تتواتر فى كل البحوث : ومن المفيد أن ينصرف القدر الأكبر من مناقشة التوصيات المقدمة إلى توضيح هذه العقبات وإقتراح وسائل التغلب عليها ، وذلك حتى تجيء توصيات اللجنة فعالة ومؤثرة .

ويمكن تقسيم وسائل التنسيق المقترحة طبقاً للمستوى الذى يناقش عليه أمر التنسيق . فعلى مستوى الأفراد ، تقترح البحوث دعم الجمعيات العلمية العربية وربطها ربطاً أوثق بالإتحاد العلمى العربى ، وتبادل الأساتذة والباحثين بين معاهد العلم والبحث العربية ، وتنظيم برامج مشتركة متخصصة لتدريب مختلف فئات العلميين والفنيين العاملين فى مراكز الدراسة العلمية والبحث .

وتنوه البحوث ، فى سياق الحديث عن التنسيق على مستوى الجامعات والمعاهد الفنية العليا ، بالدور الذى يمكن أن يلعبه إتحاد الجامعات العربية فى تنظيم تبادل الأساتذة والبحاث وتبادل الخبرات فى مجال تطوير التعليم العالى ، وتوثيق التعاون بين الجامعات العربية وتنسيق جهودها فى رفع مستوى التعليم والبحوث العلمية الجامعية وفى معاملاتها مع الهيئات والمحافل الدولية . وتناقش اللجنة الفرعية الأولى للمؤتمر أموراً كثيرة خاصة بالإعداد العلمى للطلاب فى مراحل التعليم المختلفة ، هى فى حقيقة الأمر من بين وسائل التنسيق بين البلاد العربية فى المجال العلمى . وياحبذا لو فحصت كل الآراء الواردة فى هذا الشأن بعين الواقع وأبرز من بينها ما يمكن الأخذ به فوراً .

وتعالج البحوث أيضاً أمر التنسيق للنشر العلمى العربى والمؤتمرات العلمية العربية وتبادل المعلومات والخبرات بوجه عام بين البلاد العربية . وتورد بعض البحوث إقتراحات مفصلة بعدد ونوع هذه المجلات بينما يقترح البعض الآخر أن تكون هناك أمانة دائمة تنظم عقد المؤتمرات العلمية وتتولى مسئولية إصدار مطبوعاتها ووقائعها . وتشير البحوث أيضاً إلى الدور الذى يمكن أن يلعبه تبادل المعلومات والخبرات والإنجازات وبراءات الإختراع فى ربط العلماء العرب بعضهم ببعض وفى تحقيق فوائد أعم بتطبيق الصالح منها على مستوى العالم العربى كله .

ولا تغفل البحوث أمر التنسيق على مستوى مراكز البحوث ، وهو الأمر الذى ناقشته اللجنة الفرعية الثانية بالتفصيل فى دراستها لشئون مراكز البحوث ومقوماتها . وتشير البحوث فى هذا الصدد إلى أهمية إنشاء منظمة عربية علمية

وتعرض البحوث المقدمة — فى النهاية — عدداً من التصورات المفصلة لهذا التنظيم العلمى العربى فتحدد أصله وفروعه وأهدافه ونشاطاته فى الميادين العلمية المختلفة وتكويناته الإدارية والعلمية وينظم العمل فيه وتفصل الواجبات والمسئوليات التى ستناط به . إلا أن الملاحظ أن

البحوث لم تتعرض للأعباء المالية المترتبة على الأخذ باقتراح إنشاء هذه المنظمة العلمية الكبرى ، ولا تناقش البحوث أيضاً خطط تنفيذ هذا الإقتراح والمراحل التى يمكن أن تسير فيها أو الزمن الذى سيستغرقه إنشاء هذه المنظمة ودعمها حتى تصبح قادرة على القيام بما تحدده البحوث المقدمة لها من أهداف . وربما يكون من المفيد هنا أيضاً أن تهتم المناقشات بهذه الأمور وأن تقدم فى شأنها توصيات عملية قابلة للتنفيذ .

وهناك بحثان مقدمان للجنة لكل منها طابعه الخاص . وأولهما يعرض صورة واضحة لمعهد الكويت للأبحاث العلمية ويفصل نظام تكوينه ويستعرض بعض إنجازاته ، مشيراً إلى تعاونه مع مراكز البحوث فى الدول المتقدمة . ويقدم البحث الثانى إقتراحا بإنشاء مركز عربى لطب المناطق الحارة ، يخدم العالم العربى كله فى دراسة هذه الأغراض وعلاجها ومكافحتها .

٣ ـ توحيد المصطلحات العلمية فى اللغة العربية

تبدأ بعض البحوث باستعراض الجهود السابقة التى بذلت فى هذا المجال وتقويم فعاليتها . وهى تبرز سمتين مميزتين للوضع الراهن : أولاهما مضى وقت طويل على هذه الجهود وصغر حصيلتها . والسمة الثانية التى تبرزها هى ضخامة هذا العمل وإرتفاع تكاليفه . وهى تؤكد بهذا أهمية التخطيط طويل المدى لهذا « العمل القومى الكبير » وإلى أهمية إقامة هذا التخطيط على تقدير واقعى لإحتياجاته من المال والجهد والوقت . وتكشف مذكرة المكتب الدائم لتنسيق التعريب بالرباط أيضاً عن طريق أمثلة مستمدة من واقع خبرتها عن أبعاد هذا الجهود وتعرض تخطيط المكتب لمراحل تنفيذه . وفى هذا الصدد أيضاً تتساءل بعض البحوث عن مبررات التعريب ويورد أحدها مبررات خمسة له ، كما تتساءل عما إذا كان من الضرورى أن نضطر اليوم على أن يتفق العرب جميعاً فى شأن المصطلحات المترجمة .

وهناك تساؤل آخر تطرحه البحوث عن أثر التعريب على الإنصراف عن استخدام اللغات الأجنبية العلمية وأثر ذلك على نمو النشاط العلمى وتطوره فى العالم العربى . ومن الجدير بالذكر هنا أن نتائج الإستبيان ، وإن كانت تشير إلى توفر المصطلحات العلمية العربية بوجه عام لأغراض التعليم العام ، إلا أنها تكشف عن أن حركة تعريب الكتب العلمية غير شائعة فى الدول العربية عموما وعن وجود تفاوت كبير بين الدول العربية فى مدى استخدام اللغة العربية فى دراسة العلوم فى الجامعات والمعاهد العليا . فبينما تشير الكويت وليبيا والعراق إلى استخدامها جزئياً ، تشير بيانات لبنان والمغرب إلى أنها لا تستخدم بتاتاً . ولقد اختلفت الآراء أيضاً حول مدى توفر المصطلحات العربية لهذا المستوى من التعليم ، فذكرت سوريا والعراق وليبيا والكويت أنها متوفرة تماماً بينما ذكرت البحرين والأردن والجمهورية العربية المتحدة وبعض الجهات المتخصصة فى العراق ولبنان أنها غير متوفرة .

ولقد ناقشت البحوث أيضاً قدرة اللغة العربية على إستيعاب المصطلحات الحديثة وبرهن أحدها على ذلك بالتفصيل ، كما تلفت مذكرة المكتب الدائم لتنسيق التعريب إلى بدء استخدامها كلغة دولية فى منظمات الأمم المتحدة .

وتعرض البحوث أيضاً اقتراحين متخصصين ، أحدها فى شأن تدوين المصطلحات المكتوبة بحروف لاتينية بالحروف العربية ، والثانى اقتراح باستكمال الدراسات السابقة ، قديمها وحديثها ، وباستخدام الأساليب العلمية المتطورة ، والحاسبات الألكترونية بالذات ، للتعرف على دلالة الحرف ، بدلا من الأصل الثلاثى للكلمة . وقد ترى اللجنة مناقشة هذين الاقتراحين أو إحالتهما إلى الهيئات المتخصصة لدراستهما وإبداء الرأى فيهما .

المناخ العلمى الواجب توافره فى المجتمع بصفة عامة وفى دور العلم بصفة خاصة

للدكتور المهندس محمد كامل حسين

يخيل إلى كثير من الباحثين أن التقدم العلمى فى الأمم الفتية أمر واضح المحجة سهل التحقيق ، كأنه ليس عليها إلا أن تحتذى الأمم العريقة فتطوى بذلك القرون التى سبقوها بها نبدأ من حيث انتهوا وتقتدى بهم حيث نجحوا ، وتتجنب اخطاءهم حيث أخطأوا ، فتكون وإياهم سواء فى التقدم العلمى .

والواقع أن التقدم العلمى فى الأمم الناهضة ليس على هذا القدر من البساطة ، بل لعله أكثر تعقيداً منه فى الأمم العريقة . فهى تتفق معها فى الصعوبات العالمية التى تعترض كل أمة تريد أن تحافظ على تفوقها . وعليها كذلك أن تتغلب على الصعوبات التى تعترضها من حيث هى أمة ناهضة ، تسعى أن تفيد من العلم ما أفادته أمم أكبر وأغنى . وعلى كل منها فوق ذلك أن تتغلب على صعوباتها الخاصة بها والتى تتعلق بذاتها الفكرية وماضيها الثقافى وتطورها الحضارى .

ورأت الأمم الفتية أن العلم يقوم على أمرين الرجال والأجهزة فعملت على توفيرهما وبذلت كثيراً من الجهد والمال فى هذا السبيل . وقد ثبت ثبوتاً قاطعاً أن العلم الحديث علم عالمى يستطيع التفوق فيه كل من أوتى قدراً كافياً من الذكاء ، وأنه ليس مقصوراً على أمم بعينها أو ثقافة خاصة بها . وثبت كذلك أن العلميين من أهل الأمم الفتية حين يعملون فى المراكز العملية الكبرى يصيبون من النجاح مايصيبه أقرانهم . فاذا كانت كفاية العاملين ثابتة والأجهزة الدقيقة متوفرة فمن أين يأتى هذا النقص الذى لاسبيل إلى تجاهله .

والواقع أن العلم ، من حيث هو كائن حى دقيق ، يتأثر بالبيئة إلى أقصى حد . ومن البيئات العلمية ، بيئات خصبة ينمو فيها العلم نمواً كبيراً وأخرى مجدبة يبذل فيها الجهد البالغ فلا تؤتى من الثمار إلا قليلا . والفرق بين الخصب والجدب قد يكون قليلا جداً ، ويكون مع ذلك بالغ الأثر . وكذلك النجاح فى الحياة قد يتوقف على أمور دقيقة يحسبها أكثر الناس غير ذات بال .

والبحث فى البيئات يشمل أمرين : البحث فى العوامل التى تؤثر فيها فتفسدها أو تصلحها وهى عوامل كثيرة بعضها خارج عنها وبعضها يرجع الى طبيعتها ثم البحث فيما ينقصها من عوامل الخصب والإثمار .

من العوامل التى تؤثر فى النهضة العلمية عند الأمم الناهضة علاقاتها بالمدنية الأوربية . ذلك أن الظروف التاريخية قضت أن تنشأ العلوم التجريبية وتترعرع فى أوربا ومن سوء الحظ أن أول لقاء بين الأمم الفتية والمدنية الأوربية كان لقاء سيئاً جداً . فكان التفوق العلمى ذريعة للطغيان السياسى على الأمم الناهضة . واستخدم العلم وسيلة للظلم والاستبداد والعسف . فكان على أهل الأمم الفتية عند أول نهضتهم أن يثبتوا قدرتهم على تحصيل هذه العلوم . وحملهم هذا على التفاخر بتاريخهم البعيد والقريب ، يحاولون بذلك أن يستعيدوا ماظنوا أنهم فقدوه من عزة وكرامة وثقة بالنفس . وعندى أن هذا الإصرار على الفخر بالماضى يؤكد مايحاولون نفيه . ذلك أنه يجعل كفايتهم موضع الشك ولا أحسبه يرفع من الكرامة القـــومية . إذ ليس أدل على الضعف من أن يجد الانسان نفسه مضطراً إلى تبرير ماضيه أو حاضره .

والذى لاشك فيـه أن علاقة الأمم الناهضة بالأمم الغربية خلقت فيها عقداً نفسية وعقلية لم يعد لها مسوغ ، وقد آن لها أن تتخلص منها تماماً . والتفكير العلمى الصحيح لايستقيم مع وجود العقد النفسية مهما يكن نوعها . والعلم أصلا يقوم على فهم الطبيعة ومنطقها وعلى معرفة علاقة الأشياء بعضها ببعض مستقلة عن الإنسان. والعاطفة الوحيدة التى تصلح أساساً للتفكير العلمى هى حب المعرفة . والطبيعة لها نظامها الخاص وهو فى جوهره رياضى مستقيم ، وهى تحل مشاكلها ، على حد قول عالم باكستانى ، حلولا رشيقة ، والعقد النفسية التى تحمل الباحث على التفكير فى كرامته أو كرامة قومه أو السعى الى التفوق الاجتماعى أو السياسى يجب أن تعد من عوائق التقدم العلمى لامن دوافعه ، مهما يكن فيها من نبل وعزة .

ومن العوامل التى لها أكبر الأثر فى تحقيق التفوق العلمى أن تكون الثقافة العامة فى مستوى لا يقل كثيراً عن المستوى المطلوب فى العلوم . والعلوم الحديثة نشأت فى أعتاب ثقافة عالية جداً ولا يمكن أن تقوم على غير هذا الأساس.

ويعوق التقدم العلمى أن يقوم خلاف شديد بين المحافظين على القديم والمجددين حين يسرف كل منهم فى التمسك برأيه إلى حد يعوق حياة الآخرين . وليس الخطر على الأمم أن يكون فيها مذاهب مختلفة فى التفكير ، وإن يناقضت ، وإنما يأتيها الخطر إذا وقع بين هذه المذاهب تصادم تذهب بخيرها ويزيد فى شرها .

وفى حياة كل أمة أمور تحسن المحافظة عليها إذا لم تؤد هذه المحافظة إلى الجمود وإذا لم يكن الدافع إليها الخوف من كل جديد . وبعض المحافظين يريدون أن يقوا قوميتهم خطر ضياع خصائصها ، كأن القومية شىء يمكن أن يزول كما يخلع الرداء . وهو وهم قديم تعلقت به الأمم الفتية فى عهد ضعفها المرهق . وفى حياة الأمم أمور أخرى يحسن فيها التجديد على ألا يكون تقليداً أو تمسكا بكل فكرة عابرة تصدر عن قوم نراهم متقدمين. ولا فرق عندى بين المحافظ والمجدد مادام كل منهما تابع لغيره ، إذ لاتفاضل فى التبعية . ولعل المحافظ أن يكون أدعى إلى الإعجاب من الذين تغويهم الوجودية أو اللا معقول . والذى ينشىء قصيدة فرنسية جميلة والذى يكتب رواية رمزية والذى يتحدث عن راسين كما يتحدث الفرنسيون هؤلاء يحسبون أنهم يرتفعون بثقافة أمتهم بأعمالهم هذه إلى أرقى المستويات وهم فى هذا واهمون . وليس هنا مجال البحث فى أثر هذه المحاولات على الثقافة العامة فى الأمم

الفتية . وإنما أردت أن أبين أن هذا الصراع بين قديم جامد وحديث قلق يضر بالبيئة العلمية التى هى فى أشد الحاجة إلى الاستقرار .

وعلى الأمم الفتية أن تتخلص نهائياً من كل ماعلق بأذهان أهلها من أن من العلماء الغربيين من يريد أن يغض من قدر علماء الشرق عمداً . هذا عهد انقضى تماماً . والذين لقاهم من علماء الغرب يقدرون الرجل منا قدرة الحق ، فإن كان عمله أصيلا مستقراً احترموه ، وإن كان عمله تحصيلا لما قالوا هم به من قبل ، وإذا كان عمله قلقاً مستعاراً لم يحترموه ، تماماً كما يفعلون بعلمائهم ، ولعل رأى بعضهم فى البعض الآخر أن يكون أسوأ من رأيهم فينا . وأعرف مستشرقاً ألقى محاضرة عنوانها « هل القرآن كلام الله » وأجاب على ذلك بالإيجاب . وقد تكون مقدماتنا ولكنه على كل حال ولا يمكن أن يكون قد أراد ببحثه هذا أن يشوه الإسلام عمداً . ولعل الظن بأن الغربيين لا يقدرون الشرقيين أن يكون مابقى منه عندنا أكثر مما بقى عندهم . وإذا تخلصت الأمم الفتية من كل هذه العقد النفسية التى نشأت من تاريخها القريب فانها تكون بذلك قد وضعت خير أساس لحياة علمية خصبة مثمرة .

ويعوق نهضة الأمم الفتية أن تفصل بين العلم وتطبيقه وأن تقصر همها على التكنولوجيا رغبة منها فى تخفيف أعباء الحياة وبلوغ الرفاهية التى تنعم بها البلاد المتقدمة . وليس لى على ذلك اعتراض إلا من حيث أن العناية بالتكنولوجيا وحدها لاتحقق الغرض المنشود . والعلم هو الذى تصدر عنه التطبيقات . وإذا اقتصرنا عليها نضب معينها بعد قليل وكلمة العلم التطبيقى تحمل فى ثناياها العلم البحت . وخيل إلينا أن العلم البحت طريقه صعب طويل . وأن المخترعات الصغيرة تصلح أن تكون غايات بذاتها ، وهذا غير صحيح . فالعقلية العلمية وحدة متكاملة لا يمكن التفريق بين أجزائها . والأمم العريقة حين تفصل بين العلم والتكنولوجيا إنما تفعل ذلك لأن عندها من العلماء عدداً كبيراً يفى بحاجتها فى كلا الأمرين وبذلك يجوز أن يكون فيها علماء متخصصون فى العلم البحت وآخرون متخصصون فى العلم التطبيقى ولا تستطيع الأمم الناهضة أن تفعل ذلك مالم يتوفر لديها عدد كبير من كلا النوعين .

وكذلك يعوق النهضة العلمية فى الأمم الفتية أن موقفها من العلم الغربى غير طبيعى فمنا من يقول أين نقع نحن من فطاحل العلماء الذين نعرفهم ، وهو قول يفت فى عضد الباحث فيقعد به عن التقدم . ولو كان هذا حقاً ففيم عمل الباحثين فى المراكز العلمية المنبثقة فى شتى بقاع الأرض . وآخرون يظنون أنهم وقد نشروا بحوثاً لاتقل عن بحوث غيرهم فليس لأحد من العلماء فضل عليه ، هذا الشعور المزدوج الذى يجمع بين الإعجاب المفرط والغرور الزائف شعور غير طبيعى . وهو يدل على سوء فهم العلم وطبيعته . ولا يمكن التخلص منه إلا بالإصالة التى سنتحدث عنها كثيراً فيما بعد .

وفضلا عن هذه العوامل العامة التى تؤثر فى البيئة العلمية ، تقوم عوائق أخرى قضت بها الظروف التاريخية التى أحاطت بتطور النهضة العلمية منذ أكثر من نصف قرن عندما بدأت الأمم الفتية تعنى عناية جادة بالعلوم الطبيعية . وكان طبيعياً أن تتركز جهودهم فى التحصيل وأن يكون سبيلهم إلى ذلك كثرة الاطلاع . وليس هذا خير السبل إلى الإحاطة بالعلم التجريبى الذى يجب أن يبدأ بالتجربة والمشاهدة والواقع أن هذا العيب عيب الاعتماد على التحصيل والاطلاع ظل ملازماً للتفكير العلمى فى الأمم الناهضة . وعليها أن تعمل على الخلاص منه .

والاطلاع الواسع أمر لابد منه لكل مشتغل بالعلوم . ولكن الإنتفاع به يحتاج إلى عناية خاصة . فهو سلاح ذو حدين . هو لازم لنمو العلم لزوم الرى لخصب الأرض على أن لا يزيد حتى يغرق الزرع . وأعرف من العلميين من أفسد عليه تفكيره كثرة إطلاعه فتراه يضطرب لكل رأى

جديد يخالف ما تعود أن يصدقه . وأنفع ما يكون الإطلاع حين يأتى بعد المشاهدة والتجربة حين يعترض الباحث أمر لا يهتدى فيه إلى الصواب فيلجأ إلى ما عمله غيره من الباحثين فى هذا المجال . وشره ما كان إستيعاباً نظرياً لكل ما كتب فى موضوع بعينه . والإطلاع على غير هدى من الخبرة الخاصة يزيد الشقة بين النظر والخبرة وهو خطر كبير على نجاح العاملين .

ويجدر بنا أن نلاحظ هنا أن الخطأ فى تعلم العلوم شىء يصعب إصلاحه فيما بعد وكثير من المشتغلين بالعلوم يظنون أنهم يستطيعون وهم كبار أن يصلحوا ما أفسدته نشأتهم وهم صغار . والواقع أنه من الصعب أن يتخلص الانسان من أخطاء نشأته أو عيوب ماضيه . والنشأة العلمية الصحيحة شرط لابد منه لتحقيق النجاح حين يبلغ الانسان الدرجة التى يكون فيها عمله العلمى شيئاً ذا قيمة .

ثم فطنت الأمم الناهضة إلى أن عليها أن تبلغ من العلوم ما بلغه غيرها إذا أرادت أن تتخلص من طغيانهم . وظن أهلها أنهم يستطيعون أن يبدأوا من حيث انتهى هؤلاء . ولم تنجح هذه الوسيلة لأن العلم الذى يكتسب على هذا النحو علم مبتور لا جذور له فهو على أسوأ حال يكون كالفسيلة تزرع فى غير بيئتها ، فتذبل وتضمر مهما يبذل فى تعهدها من جهد ، وهو على أحسن تقدير يكون كفرع الشجرة يثبت فى شجرة أخرى فينبت فيه بعض الثمر وقد يكون جيداً ولكنه علم لا يستطيع أن يستقبل ولا أن يحيا حياة طبيعية .

ولما تبين لهم عقم هذه الطريقة أخذوا بمبدأ الهرولة ولا يزالون يعملون ذلك حتى الآن يحسبون أن الحياة العلمية سباق بينهم وبين البلاد العريقة وأن واجبهم أن يعملوا على اللحاق بهؤلاء وقد يبلغ بعضهم التفاؤل أن يعتقدوا أنهم قد يسبقون غيرهم . على حين أن الهرولة خطأ من ناحيتين : الأولى أن السباق فى ميدان العلم لا يمكن أن يؤدى إلى تفوق الأمم الناهضة فهى أضعف فى وسائلها وأبطأ فى تطورها من أن تلحق بالأمم العريقة . والشقة بين الفريقين فى ميدان العلم تزداد على الزمن ، كما حدث فى إقتصادياتهما حيث لا تزال الشقة بين الأمم الغنية والفقيرة تزداد على مر الأيام . والهرولة خطأ أيضا ومن حيث هى تحرم المشتغلين بالعلم مقومات العلم الخصب وتجعل الحياة الفكرية كلها قلقة وتزيد فى صفة الانفصام التى سنعرض لها بعد قليل

ومن آثار الهرولة أن الأمم الناهضة باقتنائها أحدث الأجهزة قبل أن يشعر علماؤها بالحاجة إليها ، يتعلقون ببحوث متعددة لا يحدوهم إلى التعلق بها إلا الرغبة فى أن يكونوا فى الصف الأول من الباحثين ، وخير البحوث ما كان صادراً عن حاجة ماسة إليها لا عن مجرد الرغبة ، هذه حال عقلية تخلق فى بعض المشتغلين بالعلم ، بل فى خيرهم ، صفة تشبه أحلام اليقظة وهى حال لا تستقيم معها حياة علمية سليمة والأمم الناهضة حين تتبع طريق الهرولة تعني بتنشئة الأبطال أكثر من عنايتها برفع مستوى العلم عامة . وهو خطأ جوهرى .

سيقول كثير من الناس أن هذه المشكلة على الوجه الذى وصفناه غير قابلة للحل وأنها تحتم على الأمم الفتية أن تظل دائماً فى منزلة دون منزلة الأمم الكبيرة . والواقع أنه لا داعى لليأس من تقدم العلوم فى الأمم الصغيرة إذا اتخذت الطريق السوية للنهضة العلمية والفكرية وهى طريق الأصالة متجاهلة فى ذلك كل ما بقى فيها من مخلفات الماضى القريب من عقد نفسية أو من رغبة فى تصور العلاقة بين الأمم الصغيرة والكبيرة فى ميدان العلم على إنها سباق .

من الأمور الدقيقة التى تعترض تقدم الأمم الفتية ما يصح أن نسميه الانفصام . وهى صفة واضحة فى أكثر مظاهر الحياة فى تلك الأمم . وهى نتيجة حتمية لنشأتها غير

الطبيعية . ولا أعنى بالانفصام ما يكون فى الحياة العامة من إختلاف فى الآراء والمذاهب وما يكون فيها من تناقض طبيعى لا تخلو منه الحياة العامة . وإنما أعنى بالإنفصام أن يقوم إنشقاق واضح عميق فى أمور يجب أن تكون شيئاً واحداً . من ذلك الإنفصام الذى يكون بين المفروض والواقع . أو بين قدرة الأمة وأمانيها أو ثقافتها الموروثة وثقافتها المكتسبة . أما فى الحياة العلمية فشر الانفصام ما يكون بين النظر والتجربة أو بين العلم والخبرة .

وفى الأمم الناهضة يكثر فى المشتغلين بالعلوم صفة الإعجاب بالنظريات العالية لما يكون فيها من ذكاء وبريق. فهى تبهرهم لهذه الصفات مستقلة عن صلتها بالتجربة . وهم ينسون أن أعلى النظريات ليست شيئاً ذا بال إلا إذا كانت سبيلا إلى فهم ظاهرة تجريبية . وأقل التجارب قد تبين وجه الضعف فى أرقى النظريات وأبرعها بما تدل عليه من نقص فى شمولها . والتقدم العلمى أكثره يرجع إلى إثبات خطأ النظريات التى كانت صادقة بالأمس والعالم الموهوب هو الذى يستطيع حين يتأمل نظرية جديدة أن يتبين الصدق الذى فيها والذى يستطيع أن يصل منه الى آفاق جديدة .

ولنذكر أن أكثر العلم المعروف إنما هو إجابات على أسئلة عرضت للباحثين عند تأملهم الظواهر الطبيعية والتجارب المعملية وأن التقدم يقوم فى أكثر الأحيان على التساؤلات الصحيحة الخصبة أكثر مما يقوم على الإجابات الصحيحة . والتساؤلات التى تؤدى إلى التقدم لاتذكر عادة فى الكتب ولايتبينها إلا من درب على مشاهدة الطبيعة مشاهدة شخصية جدية . ويخطىء المشتغلون بالعلم إذ يظنون أنهم يستطيعون أن يمرنوا على التساؤلات الصحيحة استنتاجا من إجابات غيرهم هذا عامل من عوامل الجدب فى البيئات العلمية يجب أن يفطن إليه العلميون .

أما الانفصام بين العلم والخبرة فمنشأه فى الغالب فساد فى فهم العلم وفى أسلوب التعليم .

وليس من العسير أن نتخلص منه لأنه ليس صفة ملازمة وإنما يرجع إلى خطأ فى التعليم والتعلم . وقد يعلم الانسان كل ما كتب وعرف عن شيء بعينه حتى إذا أراد أن يتناوله وجد فى علمه نقصاً خاصاً يعوق النجاح وهو لا يدرى له سبباً واضحاً وليس العلم بالخبرة أوسع ولا أكبر ولا أدق من العلم النظرى ولكنه نوع آخر ، وقد يظن كثير من العلميين أنه يستطيع أن يتقن النظر أولا ثم يكتسب الخبرة بعد ذلك وهذا خطأ لأن الأمرين يجب أن يكتسبا فى وقت واحد بل يجب أن يبدأ بالخبرة كلما أمكن ذلك وإلا وقع الانفصام الذى قد لا يزول بعد ذلك أبداً .

والطريقة المثلى لتعلم العلوم تكون بالمشاهدة أولا ثم بالتدوين ثم بالاطلاع . أما الذين يبدأون بالاطلاع وحسن الفهم قبل المشاهدة فيظلون دائماً تابعين لغيرهم . وهى التبعية التى يكون معها خصب ولا تقدم .

هذه بعض عوائق الحياة العلمية الصحيحة فى البلاد الفتية ، ولنبحث الآن فى الأعمال الإيجابية التى قد تؤدى إلى النجاح بعد أن تعمل على إزالة هذه العوائق .

وقبل أن نبحث فى وسائل النجاح والتقدم يجب أن نقدر أن التقدم العلمى لا يكون بالحديث عن خصائص العلم ومقوماته وإنما يتحقق التقدم العلمى بممارسته ممارسة صحيحة والعقلية المستقيمة علمياً لاتنمو إلا بالمران ولا يفيدنا كثيراً البحث النظرى مهما يكن دقيقاً عميقاً . والبحوث النظرية فى مقومات العلم عمل لاطائل تحته إلا إذا تحقق به تغيير حاسم فى ممارسة العلم . والتحليل الذى نحن بصدده يظل عقيما إن لم يغير من فهمنا لطبيعة العلم عند ممارسته من أكبر عوامل التقدم العلمى النجاح فى بعض نواحيه نجاحا حاسما صريحاً فالنجاح أكبر قوة تدفع العلم إلى الأمام وهو سر ما نسميه التقاليد العلمية التى تكفل التقدم لبعض المراكز

العلمية فى نواح بذاتها من العلم . وقد يوفق رجل واحد ينجح نجاحا مبيناً فى عمله العلمى فيفعل هذا النجاح فى البيئة العقلية والعلمية ما لا يمكن أن تفعله البحوث النظرية فى طبيعة العلم . ولنذكر أن العلم لا يفيد إلا من النجاح ويضر به الأخفاق . وقد يحدث أن يفيد الإنسان فى حياته من تدبر أخطائه وهو مايسمى عادة بالخبرة فى الحياة ولكن التقدم العلمى لا يتحقق إلا بالنجاح .

وسيكون أكثر حديثى هذا عن الأصالة والثقة بالنفس وهو حديث لاغناء فيه مالم تتحقق عمليا . ولا يسوغه إلا أن التحليل أشبه الأشياء بمثل هذا الحديث . ولنذكر أن الثقة بالنفس لاتقوم بالحديث عنها بل يجب أن نعمل على خلقها فى المشتغلين بالعلم عن طريق تهيئة وسائل النجاح لهم فى بعض أعمالهم والثقة التى يشعر بها بعض العلميين والتى لاتقوم على نجاح يسوغ لهم هذه الثقة لا تكون فى الواقع إلا غروراً أجوف لا يمكن أن يتحقق معه تقدم علمى.

* * *

مثل هذه الاعتبارات تجعلنى كثير الشك فى فيما يمكن أن يؤديه التخطيط للحياة العلمية فى الأمم الناهضة وخاصة إذا كان التخطيط يقوم على تحديد أمور بعينها تحتاج إليها البلاد أكثر من قيامه على الكفايات البشرية . وذلك أن التخطيط فى جوهره يقوم على القدرة على تحريك العاملين من عمل تقل الحاجة إليه إلى عمل آخر تكثر الرغبة فى إتمامه . والكفاية العلمية لا يمكن تحريكها بمثل هذه السهولة . وقد ينجح التخطيط العلمى فى البلاد الكبيرة لكثرة ما فيها من الكفايات المتعددة . والأمر فى الأمم الفتية على غير ذلك ويجب ألا ننسى أن الكفاية العلمية كفاية نوعية وأن الرجل قد يكون موهوباً فى عمل بعينه ولا يكون موهوباً فى عمل آخر . فيكون إرغامه على مالا يحسن مدعاة للاخفاق ومضيعة للوقت والجهد ومثبطاً لهمم غيره. وهذا كله يخلق جواً لا يعين على النجاح .

والباحثون فى مشكلة علمية لا يعرفون سلفاً طريق النجاح . وإنما يعرف ذلك فى الأمور التى تم النجاح فيها . مثال ذلك ما حدث فى البنسلين حيث تبين بعد النجاح أن مشكلته كانت كيميائية . على حين أن المشاكل المتعلقة بالسرطان لا يزال طريق النجاح مجهولا ولا يدرى أحد أن هل سيجىء الحل من طريق الكيمياء أو البيولوجيا أو الميكروبيوجيا أو غير ذلك وكذلك لا أتصور إمكان التخطيط فى معالجة البلهارسيا أو دودة القطن لأن وضع التخطيط ينقصه بالطبع معرفة الطريق التى تؤدى إلى النجاح . وقد يكون التخطيط غير الموفق مؤدياً إلى إسراف وأخطاء بعيدة الأثر فى الحياة العلمية .

وعلى ذلك يجب أن تبدأ النهضة العلمية بأن نعنى بالرجل الذى يتناول هذه العلوم فننشئه النشأة المستقيمة علمياً وعلينا أن نعنى به فى معمله وفى ثقافته وألا نرغمه على غير ما هو ميسر له وعلينا أن نهيىء له الجو العقلى الضرورى للنجاح . ومن بساطة التفكير التى تبلغ حد السذاجة أن يظن الإنسان أنه يستطيع أن يبلغ الغاية من العلم إذا اكتملت له الأجهزة الدقيقة والمراجع الوافية ما لم تتحقق له الدوافع الصحيحة والتكوين الثقافى العام والتكوين العلمى الخاص وهو ما سنعرض له الآن .

والصفة التى لا بد منها لتحقيق التقدم العلمى هى :

الاصالة :

يعتقد أكثر علماء البيولوجيا فى صحة النظرية القائلة بأن الفرد فى نموه من الخلية الواحدة إلى أن يصبح حيواناً كاملا يمر فى أطوار تعيد أطوار نمو فصيلته أو نوعه أو جنسه بهذا يتحقق له النمو السوى . وهو بذلك لا يستطيع

وأعجبتهم . وعليها تقوم السمعة العالية التى للعلم عند أكثر الناس ، وخاصة عند الذين لم يتناولوا العلم بأنفسهم وهو أصل التكنولوجيا التى تقوم على هذا اليقين الرأسى الذى يمكن حساب نتائجه حساباً دقيقاً . وريادة الفضاء هى أقصى ماوصل إليه هذا اليقين الرأسى الرياضى فهو الذى حقق للناس السيطرة على القوى الطبيعية ، وزاد فى ثقة الناس بالعقل الانسانى وقوته .

والتقدم الذى يحققه اليقين الرأسى تقدم أفقى يزداد اتساعاً ولكنه يظل فى دائرة اليقين الرياضى دون أن يرتفع إلى ما فوق ذلك .

وهذه صفة العلم فى القرن التاسع عشر وسيظل دائماً خير أنواع العلم من حيث التطبيق .

على أن هذا الطور لا يمثل الجزء النامى من العلم ، كما يكون الجزء النامى فى أعلى الشجرة شيئاً يختلف عن منطقة الإثمار .

ثم جاء القرن العشرون فوجد نوع آخر من اليقين الدينامى وسنسميه اليقين المتغير وحسابه تكاملى تتدخل فيه المتغيرات . وإذا كان اليقين الراسى ثابتاً ثبوت الأهرام فان اليقين المتغير ثابت ثبوت الطائرة التى يقوم ثباتها على حركتها ، حتى إذا توقفت سقطت . هذا هو المذهب العقلى الذى حقق التقدم العجيب الذى رأيناه حديثاً ، فقد تم لنا فى نصف قرن من التقدم العلمى ما لم يتم فى عشرات القرون الماضية ، ويجب أن ننسب هذا التقدم الباهر إلى خصب هذا المذهب التفكيرى الخاص .

وإنما سقت هذا الحديث لأبين ما يجب أن تكون عليه نشأة العلماء وتدريبهم أفراداً ، وما يجب أن يكون عليه تطور العلم فى الأمم المختلفة . على أن نقدر هذا التطور والمرانة عليه تحتاج إلى عناية فائقة ووقت طويل وحضارة راقية وفهم حق لطبيعة العلم .

وليس هذا آخر المطاف . وعندى أن القوانين الكونية متشابهة جداً . وأن ما عرفناه يقيناً من قوانين الطبيعة يشبه ما عرفناه من القوانين البيولوجية مع التغيرات التى يدعو إليها تغير طبيعة موضوعات البحث . وكذلك القوانين الانسانية فهى امتداد للقوانين البيولوجية وأن تكون أقل منها ثبوتاً . ولا أشك أن العلم سيتناول مسائل الأخلاق والضمير والإيمان على نحو يشبه القوانين الدنيا . هذه نظرية وحدة المعرفة التى حاولت إثباتها فى غير هذا المقام .

والآن وقد بحثنا فى عوائق التقدم العلمى من حيث البيئة ومن حيث الدوافع التى تحفز العاملين إلى العلم الخصب فقد آن أن نبحث فى الخطوات الإيجابية التى نعد بها عناصر التقدم العلمى فى الأمم الناهضة .

وقد يتصور الانسان حياة علمية فيها كل عناصر النجاح وهى مع ذلك خافتة ضعيفة ولكنه من المستحيل أن يتصور حياة علمية صالحة إذا لم يكن العلميون أكفاء للقيام بها وأعنى بذلك أن التخطيط العلمى والسياسة العلمية بتنظيم البحث العلمى أمور يجب أن تأتى بعد الإعداد الصحيح للعلميين وإلا كان هذا التنظيم عبثاً .

وإعداد العلميين يشمل أمرين الإعداد العقلى والإعداد النفسى . أما الإعداد العقلى فيجب أن يبدأ فى أول عهود التعلم لأن الخطأ فى بدأ التعلم يصعب إصلاحه فيما بعد . والطريقة المثلى للاعداد العقلى أن نعلم الطالب منذ أول عهده بالعلوم كيف يشاهد الظواهر الطبيعية ، وكيف يفكر فى حلها وأن نهديه إلى سبيل الحل ولا نلقنه إياه . فيتدرب بذلك على دراسة الأشياء مستعيناً بالكتب بدلا من دراسة

أن يتخطى أطوار نموه وإن أصبحت غير ذات فائدة . ولعله إذا تخطاها أن يصيبه تشوه فى تركيبه . والبرهان على هذه النظرية معروف لدى البيولوجيين والأمثلة عليها كثيرة جداً .

ولما كان العلم التجريبى كائناً حياً ، نما من مقدمات بسيطة إلى أن بلغ اليوم ما بلغ من عظمة وتعقيد . فلا غرابة أن يكون نمو المشتغل به مطابقاً فى خطواته لنمو طائفة العلماء . وإذا لم يتحقق للعالم أن يمر بالخطوات التى مر بها العلم كله فقد يصيبه نقص أو تشوه فى عقليته العلمية . وكذلك تاريخ العلم فى الأمة الواحدة يجب أن يمر بالخطوات التى تم بها نمو التفكير الإنسانى كله . وإلا كان العلم فيها مبتوراً لا جذور له ويصعب عليه بعد ذلك أن ينمو نمواً طبيعياً .

ولسنا هنا بصدد البحث فى تاريخ العلم وتتبع خطواته تفصيلا والذى يعنينا هنا أن نبحث تطور العلم التجريبى خاصة .

بدأ التفكير التجريبى عندما وصل التفكير القديم وتفكير القرون الوسطى إلى غايته وأصبح بذلك عقيما لا يستطيع النمو . . وكان جوهر هذا التفكير أنه قائم على كليات ثابتة تتحكم فى الواقع فإذا لم تطابق الواقع هذه الكليات وجب التأويل الذى كان فى بعض الأحيان بارعاً ذكياً . أما التفكير التجريبى فهو الذى يعتمد على أن الواقع هو الأصل وأنه هو الذى يتحكم فى الكليات يغير منها مهما تكن ثابتة . والخيط الذهبى الذى يربط عناصر العلم التجريبى كله بواقعه وكلياته هو الرياضيات . وأكثر الناس يرتاحون إلى صدق ما يقوم عليه برهان رياضى .

وكان بدء العلم التجريبى أن شك الناس فى الكليات وهذا الشك كان شكا خصباً ولم يكن إنكاراً بحتاً ولم يكن مقصوراً على هدم القديم والشك الخصب هو الذى يؤدى إلى التساؤل الصحيح والتساؤل الصحيح هو الطريق إلى تقدم العلم وأثره فى ذلك أكبر من أثر الإجابات الصحيحة . والقدرة على تدريب الناشئين على هذا الشك الخصب والتساؤل الصحيح أمر بالغ الأهمية فى تكوين العلماء . وقد يقال إن المشتغلين بالعلوم فى البلاد المتقدمة لا يعرفون هذا التدريب معرفة واضحة . وهذا غير صحيح وقد يكون علمهم به من الناحية النظرية ناقصاً ، ولكنهم فى عملهم يسيرون على أسلوب قائم على هذا الأساس المتين وهذه المرانة العملية على الطريقة السليمة أكثر نجاحاً فى تكوين العلماء من البحث النظرى ولا يعنينا أن يكون علم العلماء بالطريقة العلمية علماً واعياً أو غير واع ما دام العلميون يهتدون به ويسيرون على نهجه . والذى لا يكون فى عمله أثر الشك الخصب والتساؤل الصحيح لا يمكن أن يبلغ شيئاً فى مجال العلم . ويدخل فى هذا الباب خطأ المبتدئين الذين يظنون أن القوانين أكبر من الواقع والذين يزعجهم أن يجدوا خبرتهم تخالف النظريات السائدة على حين أن الواقع أن تقدم العلم يقوم على إثبات أن نظرية ما تكفى لتفسير الواقع . والنظريات يتسع مداها ويعظم شمولها وتكون أقرب إلى الحق كلما استطاعت أن تفسر كل ظاهرة جديدة . وقد ثبت فى أذهان العلماء أن الأسباب الواحدة تؤدى دائماً إلى نتائج واحدة وأنه إذا إختلفت النتائج فلابد أن يكون هناك إختلاف فى الأسباب يجب البحث فيه ، ولو أدى ذلك إلى هدم أثبت النظريات أساساً ، والواقع أن هناك تجاوزاً فى التعبير حين نقول إن النظريات القديمة خطأ ، إذ أنها فى الواقع ليست خطأ بل هى صواب فى حدود الظواهر التى تفسرها ويحسن أن توصف بأنها ضيقة محدودة بدلا من وصفها بالخطأ .

والطور الثانى لتقدم العلم هو عهـــد اليقين الثابت الأستاتيكى وهو ما سنسميه اليقين الرأسى . هذا المذهب يرى أن ما ثبت بالبرهان الواقعى يعد حقيقة لا تتغير أبداً ، ما دامت صحتها قد ثبتت بالتجربة وهو العهد الذهبى للعلم التطبيقى نتجت عنـــه أكثر المخترعات التى بهرت الناس

الكتب مستعيناً بالأشياء . هذه هى الوسيلة الوحيدة للقضاء على الانفصام العقلى الذى تحدثنا عنه آنفاً .

ويجب على المعلم ألا يلقن طالب العلم شيئاً قبل أن يعلمه الصعوبة التى يراد حلها . وليست العبرة بكثرة الحقائق التى يعرفها الطالب ، وإنما العبرة بقدرته على رؤية المشكلة وتبين وجه حلها . ويجب أن لا يكون مايتلقاه الطالب فوق قدرته على إدراك عناصر المشكلة . وعلينا أن نعلمه كيف يسأل الأسئلة الصحيحة قبل أن نلقنه الإجابات الصحيحة . هذا الأسلوب فى التعليم يخلق فيه منذ البداية الثقة بالنفس وهى أهم عناصر العلميين .

ومن الخطأ أن نظن أن كثرة المعلومات تفيد الطالب حتى حين تكون فوق مستوى تفكيره فإن ذلك يشبه من يريد أن يملأ فنجاناً من حنفية ماء متدفقة . ومن يفعل ذلك يجد فى آخر الأمر أن الفنجان ليس فيه إلا قليل جداً من الماء .

أما الإعداد النفسى فيقوم على تعليم الطالب. أن الدوافع للعلم هى الدوافع فى إثبات كفاية أمته . كل هذه من الدوافع غير الصحيحة . وقد يقال إن من كبار العلماء من قام بينهم تناقض شديد على الأسبقية كما حدث فى النزاع بين نيوتن وليبنتز . هذا قياس مع الفارق لأنى أؤكد أن ما كشف عنه كلا الرجلين لم يكن الدافع له إثبات كفايته أو كفاية أمته .

ومن الإعداد النفسى أن نعلم الطالب كيف يخلع رداء التفكير القديم وأن لا يجعل للمنقول سلطاناً على المعقول . على أنه يجب أن يتعلم كذلك أن حداثة رأى بعينه لا تدل على صوابه وكذلك من الاعداد النفسى أن نعلمهم الجمع بين الشك واليقين وأن الإجابات على تساؤلاته يجب أن تكون مبدأ تساؤلات جديدة ، وأن التفسير الشامل للظواهر العلمية أمر لايزال بعيداً وأن باب الاجتهاد لايزال مفتوحاً . وأن عمله ليس شيئاً حقيراً بل هو لبنة فى بناء الصرح العلمى الشاهق . وعليه أن يعلم الفرق بين العلم الحى النابض والعلم الميت . فقد يتشابهان فى الحقائق والمعلومات ، ولكن الأول قابل للنمو ، والثانى هامد لا يخرج عن أن يكون مجموعة الحقائق المعروفة . والعلم الحى هو الذى يتخطى حدود ما هو معروف .

ومن الصعب على المعلمين فى الأمم الناهضة أن يدربوا طلبتهم هذا التدريب القاسى الجديد طويل الأمد لأنهم هم أنفسهم لم ينشأوا هذه النشأة الخصبة . وهذا بالطبع لا يعفيهم من القيام بهذا الواجب نحو طلبتهم الذين سيكونون عماد العلم فى المستقبل .

وأكبر عامل فى الإعداد العقلى والنفسى هو النجاح وقد يستطيع رجل واحد يحقق نجاحاً باهراً أن يخلق جيلا بأسره يهتدى بهديه ويتبع طريقته وينجح نجاحه . هذا هو سر التفوق الذى نراه فى بعض المراكز العلمية العليا نتيجة لوجود رجل ممتاز يتبعه قوم ممتازون .

ومن الإعداد العقلى أن يعنى العلميون بتاريخ علمهم وقديما قال جوته أن تاريخ العلم نفسه . ولا أعنى بذلك تدريس تاريخ العلم تدريساً منظما فهذه الدراسة لها فوائد أخرى لكنى أعنى أن يعلم الطالب كيف تطور التفكير فيما هو بصدده من بحوث . فهذه هى السبيل الوحيدة للفهم الحق لما لديه من مشاكل .

وقد عيب على المشتغلين بالعلم فى البلاد الناهضة أنهم لا يتعاونون وأن البحث الجماعى نادر فيهم والسبب فى ذلك واضح فكل منهم يبحث نقطة صغيرة لا تتصل بما قبلها . وفى أغلب الظن أنها لا تتصل بشىء بعدها . ولو أن القائمين بالبحث العامى تناولوا مشاكل مجهولة يريدون حلها لتعاونوا ولكان كل منهم يسعى جهده أن يفيد من علم غيره .

وعندى أن عدم التعاون نشأ من العناية المسرفة برسائل الدكتوراه التى اعتبرها ، فى الطور الذى تمر به حياتنا العلمية ، عقبة فى سبيل التقدم لاسبيلا اليه . والعقلية التى تعتبر رسائل الدكتوراه غاية البحث العلمى لا يمكن أن يتحقق معها تقدم صحيح وبحوث الدكتوراه إن لم تكن جزءاً من بحث مشكلة قائمة فهى عمل عقيم وتظل بحوثاً مبعثرة لا يصح بها بناء حياة علمية .

وقدسبق أن بينا أن الطالب يجب أن يعلم كيف يشاهد ثم يدون ثم يقرأ . هذا هو الترتيب الصحيح . أما إذا تعود أن يقرأ ثم يفهم ثم يشاهد . فذلك هو العلم الخطأ وليس الفرق بسيطاً كما يظن أكثر المعلمين والمتعلمين ، والفرق بينهما كالفرق بين وضع الماء فى حمض الكبريتيك الذى يؤدى إلى الانفجار وخلط حمض الكبريتيك بالماء الذى يتم فى سهولة ويسر .

وكذلك يجب أن يتعلم الطالب عملياً أن العلم الخصب تفاعل متسلسل كما يقولون ، أى أن كل جديد فيه يفتح آفاقاً جديدة تحمل تساؤلات جديدة تتطلب إجابات جديدة . والذين يظنون أنهم يستطيعون أن يجدوا جديداً فى العلم باستنتاجات نظرية من عمل غيرهم يخطئون بل يجب أن يصدر موضوع بحثهم عن بحوث لهم سابقة قاموا بها بأنفسهم .

ونستطيع أن نلخص قولنا فى الإعداد العقلى والنفسى فى كلمة واحدة هى أن المتعلم يجب أن يروض نفسه على فهم لغة الطبيعة ومنطقها ولا يتم ذلك إلا بالتحدث إليها مباشرة . وأجمل ما قيل عن باستير أنه كان يفكر على نسق ما تفكر به الطبيعة .

وليذكر المشتغلون بالعلم أن أحداً من كبار العلماء لا يستطيع أن يبلغ الغاية فى عمله دون أن يكون حظه من الثقافة العامة عظيما . ولا أتصور عالما كبيراً لا يستطيع التعبير بلغته تعبيراً دقيقاً واضحاً . ولا أتصور عالماً كبيراً يجهل الثقافة الأدبية أو الإنسانية جهلا شديداً . والجمع بين الثقافة العامة والتفوق العلمى كان أمراً هيناً فى الماضى ، ولكن التخصصات الدقيقة جعلت من الصعب الجمع بين الثقافتين . وهذا الأمر من المشاكل العالمية التى لم تحل بعد . واحسب أن المدنية الغربية كانت قوية حين كانت الثقافة تؤدى إلى التخصص ولعل أكبر ضعف فيها فى هذا العصر أنها لم تنجح فى جعل التفوق العلمى وسيلة إلى الثقافة الممتازة .

وغير البحوث العلمية ما ينشأ من حاجة الباحث إلى خطوات جديدة يتبينها أثناء عمله . أما إذا كان الدافع له مجرد الرغبة فى عمل شىء جديد فان عمله يظل أبتر لاغناء فيه .

ولا نزاع أن الجامعات هى المكان الوحيد الذى يمكن أن يتم فيه هذا الإعداد العقلى والنفسى ولابد أن تتغير أساليب التعليم والتعلم فيها حتى تحقق الإعداد الذى بيناه آنفاً .

ثم إن الحديث عن الأجهزة وعن مايسمونه الإمكانات فهو حديث معاد وأكثره اعتذار عما يبدو أنه تقصير . ومن غير المستطاع أن تكون البلاد الناهضة معدة بأحدث الأجهزة اللازمة لكل فرع من فروع العلم ولعل هذا لم يتحقق حتى فى أكبر البلاد وأغناها وأقواها ولنذكر دائماً أن النجاح العلمى يصحبه جهد كبير ومال كثير يبذل فى محاولات ضخمة يتبين بعد ذلك أنها لم تكن موفقة . وقد لا يكون للأمم الناهضة طاقة بمثل هذا التبذير .

إذا تم إعداد العلميين على هذا النحو فان رسم السياسة العليا للبحث العلمى يصبح عملا منتجا . على أنى أعتقد أنه يجب أن تكون الأولوية للموضوعات التى نجد لها من المتفوقين فيها عدداً كافياً ، وقد بينت أن الكفاية العلمية كفاية نوعية وأن إرغام رجل ثبتت كفايته فى أمر بعينه على تناول أمر آخر لشدة الحاجة إليه لا يكون عملا ناجحاً وهذا ما يحملنى على القول بأن التخطيط الدقيق لهذا التطور من حياتنا العلمية قد يكون عائقاً للنجاح بدلا من أن يكون عوناً له .

الاعداد العلمي في مواجهات التحديات الصهيونية

دكتور/ سامي منصور

معلق سياسي - جريدة الأهرام

إن الأمة العربية بعد هزيمة يونيو سنة ١٩٦٧ أصبحت فى مواجهة مرحلة حاسمة من تحديات إسرائيل ومعها كل القوى الاستعمارية الطامعة فى الوطن العربى. وهى معركة تؤكد أن ليس للنصر فيها بديل ليس فقط من أجل استعادة كل الأرض المحتلة ولكن دفاعاً عن وجود الأمة العربية ذاته إلا إذا لم تكن تريد لنفسها البقاء .. ويؤكد أن نقطة الانطلاق من هزيمة — لو درست أبعادها بجدية وموضوعية — لكانت طاقتها وقوداً هائلا لتغطى كل العقبات ، وعمل المستحيل إن كان هناك مستحيلا أكثر مما لو كانت انطلاقة من انتصار كاذب . وإن أول ما تفرضه هزيمة بحجم أحداث يونيو ١٩٦٧ هو إعادة النظر فى كثير من معالم الصورة بتفاصيلها على امتداد الوطن العربى للتخلص مما فيها من سلبيات ودعم كل ما تحمله من إيجابيات تتطلبها المرحلة نفسها .

وقد يبدو للبعض أن موضوع هذه الدراسة بعيد عن اختصاص هذا الجمع أو هى إضافة شكلية مع أنها جزء أصيل من مهمته ولا أريد القول أنه كان مفروضاً أن تكون هى كل مهمته . ويدعم تصورى أكثر من عامل :

أولا : أن مناقشة حول إعداد العلميين العرب فى هذه الظروف التى تمر بها الأمة العربية دون أن تمتد إلى دعم مشاركتهم بالفهم والعمل فى معركة التحدى الإسرائيلى هو قصور لا يمكن قبوله لا فى عملية الإعداد للجيل الجديد ولا فى تصور العلميين العرب لدورهم فالمعركة مع إسرائيل هى فى النهاية « معركة علم » . وإسرائيل لم تنتصر بمعجزة ولا إعجاز ، ولكنها استغلت قدراتها العلمية واستفادت من السلبية والثغرات فى العمل العلمى العربى . فالهزيمة التى وقعت بقدر ما هى هزيمة عسكرية فهى هزيمة العلميين العرب لأنهم أكثر من غيرهم يحملون مسئولية العمل وتطويره .

ثانياً : أن أرضاً عربية بمواطنيها هى أسيرة الاحتلال الإسرائيلى ، وتحريرها واجب على كل مواطن عربى مخلص لنفسه ولأمته . وليس تحرير الأرض بعمل عسكرى فقط بل إن العمل العسكرى هو آخر مراحله ، والمفروض أن كل جندى فى ميدان الحرب خلفه خمسة أشخاص فى مجالات أخرى تعد للمعركة وتخدمها . ومجالات العمل المفتوح لمعركة التحرير خارج إطار العمل العسكرى مجالات متعددة جوهرها ودعامتها العلميون العرب . ودورهم لا يقف عند المساهمة فى البناء بل لا بد أن يمتد إلى دراسة العدو وقدراته وظروفه حتى تتوفر الرؤية العلمية السليمة لحجمه وقوته دون مبالغة التهويل أو التهوين وحتى لا تكون فى الموقف مفاجآت تخرج عن عملية الحساب العربى له .

ثالثاً : إن الهزيمة التى وقعت فرضت حتمية إعادة النظر فى برامج التعليم التى ما زالت تحمل بصمات الاستعمار ، أو على الأقل الأجانب الذين وضعوا أول برامج تعليمية . فأصبحت الأمة العربية فى حاجة إلى تعليم له مقومات معينة لا بد من الاتفاق عليها فى إطار من النظرة الموضوعية إلى التراث العربى على الصعيد العام وعلى النطاق الإقليمى مع ضرورة الربط بين العلوم الطبيعية والإنسانية دعماً لقيمنا الاجتماعية التى تحتاج إليها اليوم أكثر من أى وقت آخر دون أن يغيب عن الأذهان وجود العدو الإسرائيلى الأمريكى فى قلب الوطن العربى ، والحاجة إلى إنسان علمى فى أسلوب عمله وفكره لمواجهة هذا التحدى .

رابعاً : أن المؤسسات التعليمية العربية وعلى وجه التحديد الجامعات قد أغفلت دراسة العدو الإسرائيلى سواء فى العلوم الإنسانية أو الطبيعية مع أن عمر الصدام العلنى مع الصهيونية قد تجاوز النصف قرن حتى الآن منذ سرقت الصهيونية وعد بلفور سنة ١٩١٨ فى غفلة من العمل العربي . ولا بد من توضيح أن التقصير هنا ليس فقط فى مجال البحث الأكاديمى ولكنه أيضاً فى برامج التدريس بالقدر اللازم الذى يتفق وحجم المعركة وعمقها بل وعمرها أيضاً ، وفى حد علمى فإن جامعة واحدة هى التى أنشأت قسما للدراسات الإسرائيلية ، وحتى هذه الجامعة فإن القسم فيها لم يبدأ سوى هذا العام فقط . وهو تقصير يجب دراسة أسبابه موضوعياً لمعالجتها . فهذه الدراسة لا تقل أهمية عن العمل لسد الثغرة العلمية الخطيرة فى دور العلم والجامعات فى معركة المصير التى يعيشها العالم العربى لأنها تمتد إلى كثير من المجالات التى لم توضع بعد تحت الميكرسكوب العلمى .

وباختصار فإنه كان مفروضاً أن تتصدر المؤسسات العلمية بكل كوادرها من العلميين — على أوسع نطاق لمفهوم العلم — لقيادة العمل النضالى فى مواجهة الاستعمار الصهيونى وذلك بتعميقه على أسس علمية مع توسيع قاعدته على نطاق جماهير الأمة العربية كلها وفى مقدمتها المتعلمين . وليس ذلك بدعة على التعليم الجامعى بصفة عامة ولا على العلميين بوجه خاص ، ولا هو ببعيد عن مسئولياتهم .

وأمامنا مثالان من العدو رغم أن هدفه استعمارى يتنافى مع كل مبادىء القانون الدولى وحتى تقرير المصير بل وإعلان حقوق الإنسان وذلك بعكس الهدف الذى تسعى إليه الأمة العربية من عدالة القضية وإنسانية الهدف ، فنجد :

— أن الجامعة العبرية تجند كل مؤسساتها العلمية بكوادرها من العلميين لدعم وجودها الاستعمارى على الأرض العربية مع متابعة الدراسة العلمية لكل ما يتعلق بالدول العربية من دراسات إنسانية أو عملية . فهى إلى جانب ما تدرسه عن القوى الاجتماعية ونظم الحكم فى العالم العربى تدرس برامجه العلمية وأعمال العلميين العرب . وقد وضح ذلك على سبيل المثال من اهتمام إسرائيل بجمع ودراسة الأبحاث العلمية العربية التى عرضت على مؤتمر جنيف للتكنولوجيا عام ١٩٦٤ ، لتحديد أبعاد الجهد العلمى العربى

نجد أن الدول العربية وقفت عند حد قراءة هذه الأبحاث إن كان ذلك قد حدث أيضاً على الأقل من الجميع . وحتى دراسة مثل هذه الأبحاث ليس كافياً لعدم تغطيتها كل المجالات ولكنها مجرد مثال يوضح ضرورة العمل فى إطار تخطيط شامل للاحتياجات والمتطلبات القومية اللازمة من الأبحاث العلمية مع القدرة والرغبة فى تنفيذها مع وضع المتاجرات والأهواء جانباً .

أكثر من هذا أن هيئة اليونسكو فى اجتماعها بجنيف سنة ١٩٦٠ بعد أن درست خطط التنمية فى الدول النامية كتبت عن خطة الدول العربية فى التقرير العام « أنها نموذج يجب الاحتذاء به فى كل الدول النامية » والأمر الذى يعنينى فى هذا البحث أن إسرائيل كانت عضواً فى لجنة الثلاثين التى ناقشت الخطط المعروضة وبينها العربية وأنها استجابت لتوجيه اليونسكو وبالفعل سارعت بإعادة تنظيم الجهاز العلمى عندها بينما تعثرت الخطط العربية — حتى رغم غياب إسرائيل عن معالمها — على طريق التنفيذ . ويعنى ذلك ضرورة تفهم تكامل العمل السياسى والعلمى حتى يتحقق قدر كبير من الاستقرار للتنظيمات العلمية فى العالم العربى بحيث تفرز متخصصين فى كل مجالات النشاط الإسرائيلى وليس سراً أن لدى إسرائيل متخصصين فى جيولوجيا العالم العربى وبتروله مثلا بل وفى كل المجالات خدمة لمعركة دعم وجودها الاستعمارى وتوسيع دائرته على حساب الوطن العربى .

— إن الجامعات الأمريكية رغم أنها ليست مؤسسات حكومية إلا أنها كانت ولا زالت فى خدمة العمل الأمريكى فى فيتنام رغم عدم شرعية الحرب الأمريكية هناك . فالمعامل الجامعية الأمريكية مثلا هى التى طورت الأسلحة الكيميائية المحرمة دولياً ، وتستخدمها القوات الأمريكيه فى فيتنام . والعلميون الأمريكيون هم الذين يخدمون الوجود الاستعمارى الأمريكى فى العالم كله .

وإذا كانت السياسة الأمريكية تضع الشيوعية ودولها فى دائرة العدو الأول للنظام الأمريكى فإن إلقاء نظرة سواء على برامج التعليم أو أبحاث المراكز العلمية توضح أن الدراسات عن العالم الشيوعى فيها لا حصر لها .

والأمثلة كثيرة باختلاف المكان والزمان كلها تؤكد أن الدول تستمد كوادرها العلمية فى مهمتين هما تطوير العمل بها وسرعة تقدمه إلى جانب إعداد الأجيال الجديدة فى إطار اجتماعى يضمن استمرار العمل وتطوره . وأنه لم يعد ممكناً لدول أن تتقدم فى غياب العلم بمفهومه العريض . ولا بعدم ارتباط العلميين بالمناخ الاجتماعى العام لا متهم . فالعلميون فى الدول النامية يحملون مسئولية أكبر من زملاء لهم فى الدول المتقدمة حيث يمكن فى الدول المتقدمة أن يعمل بعضهم أو كثير منهم فى أبحاث علمية حرة من قيد الإطار الاجتماعى العام نظراً لمستوى التقدم الذى تحقق بالفعل بعكس الدول المتخلفة التى ما زال أغلبها تحت مستوى الواجب أن تبلغه . وتبرز من هنا ضرورة العمل فى نطاق من الأولويات ، وذلك لا يتعارض مع حرية البحث العلمى ولكنه توجيه له وإلا كان استثمار هذه الدول على إعداد البشر من العلميين هو نوع من الانفاق الضائع بلا عائد على الشعب صاحب المصلحة . هذا إلى جانب أن حرية البحث يجب أن تكون فى إطار تخطيط شامل لاحتياجات المجتمع فى كل مرحلة . ورفع شعار حرية البحث العلمى هو نوع من التحريف للمفهوم الاجتماعى للحرية دون النظر إلى الإطار العام للدولة ولمستوى المعيشة فيها والمشاكل التى تواجه جماهيرها وخاصة فى مثل ما نواجه من معركة مصيرية .

وإن إلقاء نظرة على العالم العربى فى ضوء ذلك يكشف عن الكثير من القصور فى مجالات متعددة وإن كنت سوف أحصر الحديث على معركة المصير مع الاستعمار الصهيونى ومجرد النظرة العابرة تكشف لنا عن أمثلة لهذا

القصور والتقصير أسجل بعضاً منها على سبيل المثال وليس الحصر بجانب ما سبق أن أشرت إليه من عدم دراسة العدو ومخططاته وهى :

(ا) إن دراسة شاملة عن جيولوجيا العالم العربى غير متوفرة وقد احتاجت منظمات العمل الفدائى إلى دراسة للأرض لبحث إمكانية عمل أنفاق تحت الأرض مثل أنفاق جبهة التحرير الفيتنيامية . وقد اضطرت المنظمات إلى استدعاء بعض الشباب الفلسطينى من جامعاته بالعالم للقيام بهذه الدراسة التى كان مفروضاً أن تكون فى متناول اليد لأرض نعيش عليها عبر قرون من الزمن ، وأجيال من العاملين تتابع .

(ب) أن شبكة الطرق التى أقيمت والتى أعدت خطة شقها على رقعة العالم العربى وخصوصاً الدول المحيطة بإسرائيل قد غفلت تماماً عن وجود إسرائيل دون أى استراتيجية هندسية تحول دون وصول العدو إلى أى عاصمة لهذه الدول فى وقت قصير بعكس ما نجده فى إسرائيل نفسها حيث شبكة الطرق تكاد تكون واحدة من خطوط الدفاع من جانب أنها لا توصل مباشرة إلى قلب إسرائيل بل تعرقل أى تقدم ، وذلك كسباً للوقت .

(ﺟ) الافتقار إلى العمق الاستراتيجى فى مواجهة العدو ، وأوضح مثال على ذلك توطن الصناعة حيث نجد كثيراً من الثروة العربية للدول المحيطة بإسرائيل تركت على قرب من خطوط القتال أو خلفها مباشرة مما جعلها صيداً سهلا فى متناول إسرائيل كلما أرادت توجيه ضربة إنتقامية فادحة الثمن ، مع أنه كان لا بد من توزيع هذه المنشآت على أكثر من موقع بعيداً عن خلفية خطوط القتـال حتى ولو كان ذلك يتعارض مع بعض قواعد الاقتصاد لأن الأمن هنا يصبح له الأفضلية على مسألة الأفضلية على مسألة الاقتصاد ، أو على الأقل كان لا بد من توفر دراسات علمية تحقق لهذه الدول العربية القدرة على « فك » المنشئات الصناعية وإعادة تركيبها فى مناطق أخرى بسهولة وكان أمام هذه الدول تجربة واقعية فى فيتنام الشمالية التى لم يحاول أحد أن يدرسها إلا بعد الهزيمة بوقت طويل نسبياً وبعد أن كان كثير من الخسائر قد وقع بالفعل .

(د) إن مدن الدول العربية لا تحمل أى ظاهرة على أنها قد أعدت لمواجهة بدأت سنة ١٩٤٨ واستمرت حتى اليوم ، فلا المبانى قد توفرت بها المخابىء ولا الأحياء قد شيدت بها مخابىء وخاصة وأن السياسات المعلنة للحكومات تؤكد أنها تستعد للحرب التى وقعت بالفعل ثلاث مرات حتى الآن ، ومع ذلك فلم يتغير شيء ، وعلى الجانب الآخر نجد العدو قد أعد نفسه للحرب بتوفير المخابىء على مسافات محددة بنسبة وجود السكان فى الحى حتى يضمن أقل خسائر ممكنة فى الغارات التى قد تتعرض لها مدنه. مع أنها لم تتعرض لخطر حقيقى إلا من العمل الفدائى منذ انتهت حرب ١٩٤٨ بوقف إطلاق النار . والغريب أن ديلسبس مثلا حين شق قناة السويس فى القرن الماضى وضع تخطيط مبانى الشركة على أساس وجود مخزن ومخبأ تحت كل بناء تقديراً منه لحيوية الموقع.

(و) بروز قصور فى مجالات متعددة علمية أصبح ضرورياً أن تنال قدراً كبيراً من الجهد والدعم من الدول العربية سـواء على المستوى الإقليمى ، أو القومى مثل الألكترونيات بكل مجالاتها المختلفة (مثل الرادار — الليزر — الآلات الحاسبة) والطاقة الذرية بكافة فروعها ، وهى مجالات لا تتطلبها معركة المصير فحسب ، ولكنها ضرورة لتقدم العالم العربى وتطوره . ولا بد أن تكون فى خلفية الفكرة لأى خطة عمل علمى للوجود الاستعمارى الصهيونى على الأرض العربية وجهوده لدعم هذا الوجود الصناعى .

وأمامنا مثال لسرقة جواسيس إسرائيل لتصميمات محركات الطائرات الميراج من سويسرا لدعم صناعة الطائرات النفـاثة فى إسرائيل وتوفير قطع الغيـار لها ، وليس مطلوباً من العلماء العرب سرقه تصميمات ولـكن الضرورى هو دعم الجهد العلمى فى هذه المجالات ، وليس التفكير فى إغلاق قسم هندسة الطيران ، أو قسم من أقسام البحث الذرى مثلا .

والأمر البالغ الخطورة أن هذه الأمثلة جميعاً قد ارتبطت أخيراً ، وخاصة بعدهزيمة يونيه سنة ١٩٦٨ بظاهرة هجرة الشباب العربى وخاصة من المتخصصين العاميين ، مما يستدعى إعادة النظر ليس بهدف تحريم الهجرة ، ولـكن بحل المشاكل التى تواجه هـذه العناصر التى تمثل خلاصة الفكر العربى . ويمـكن أن يوضع فى هدف المعالجة أن تكون الهجرة فى إطار العالم العربى نفسه . والمعروف أن أحد صور الحرب الحديثة هى استنزاف العقول البشرية العامية بسرقتها . وتقود هذه السرقة فيما بعد الحرب العالمية الثانية حتى هذه اللحظة الولايات المتحدة التى تعتبر الحليف الأولى والأخير للصهيونية وإسرائيل والمعروف لديكم جميعاً أن الولايات المتحدة قد رفعت لأول مرة قيود الهجرة من العالم العربى إليها بعد هزيمة يونيو مما يستحيل معه تخيل عدم وجود علاقة بين معركة المصير العربية وعملية سرقة العقول العامية العربية إلى الولايات المتحـدة . ونؤكد أن وجود كيان علمى عربى متـكامل على المستوى القومى هو الوسيلة الناجحة لتشجيع العلميين العرب المهاجرين للعودة والمشاركة فى المعركة التى يجب أن تكون طليعتها من العلميين العرب فى كل المجالات .

ويطرح ذلك سؤالاً حول هل بقيت إسرائيل والصهيونية على هامش العمل العلمى العربى ... ؟

واعتقد أن السبب لا يخرج عن عاملين رئيسيين هما المناخ العام الذى يتحرك فيه العمل العلمى إلى جانب النمط الاجتماعى لشخصية الإنسان العربى .

وأعتقد أن السبب لايخرج عن عاملين رئيسيين هما المناخ العام والنمط الاجتماعى للشخصية العربية. أما عن المناخ العام فإنه كان — ولا أريد القول إنه ما زال — ينتقر إلى ما يدفع بالعمل العلمى العربى إلى مستوى المسئولية لمرحلة خطيرة من تاريخ الأمة العربية ، ولعل ذلك يعود إلى :

— أن فـكرة قد ترسبت فى النفوس خطـــأ بأن إسرائيل من اختصاص أجهزة الأمن . وترتب على ذلك نوع من الخوف من الاقتراب من هذا الموضوع بحكم الخوف التقليدى من أجهزة الأمن ـ المخابرات بالتحديد ـ وخاصة وأن مصادر البحث من مطبوعات عن العدو ممنوع أغلبها من الدخول إلى العالم العربى والحصول عليها يعرض البعض إلى كثير من المتاعب . والحجر على ما يتعلق بإسرائيل من معلومات لا يمكن تفسيره إلا بالرغبة فى إخفاء الحقائق عن الجماهير العربية التى خدعت طوال السنوات الماضية فى كثير مما يقال لها عن إسرائيل والصهيونية ، لأن معرفة كل شيء عن العدو لا يهدد الأمن العربي الداخلى بل العكس هو الصحيح إلا إذا كان المقصود بالأمن القومى هو من حكومة أو أخرى فى السلطة .

— ديمقراطية التعبير بكل ما يصاحب فهم ذلك من شوائب معروفة لدى الجميع ـ تحتاج إلى إيمان سواء من الجماهير أو السلطة بأن الديمقراطية أو حرية التعبير ليست مجرد لافتات وشعارات ولـكنها أسلوب ومنهج ؛ وفى ظل الاختناق لا يمكن أن يتقدم العلم أو تبرز القدرات على الخلق العلمى. والمؤكد أن كل طرف يستخدم الشعارات ضدالآخر تهرباً من المسئولية ، وليس قرباً منها ولا بد من حسم ذلك بالمناقشة المفتوحة لتحديد حرية البحث العلمى فى إطار من

مسألة الحريات عامة والأسلوب الديمقراطى على وجه خاص .

— عدم الاستقرار فى الأجهزة العلمية وتعرضها لكثير من التغيرات والتطهيرات انعكاساً لأوضاع داخلية غير مستقرة كان صعباً أحياناً الفصل فيها بين العمل السياسى وضرورة استقرار المؤسسات العلمية مما ساعد على تأكيد وجود شخصية « الخوجة » وليس العالم .

— تصور خاطئ بأن عدم الاعتراف السياسى بإسرائيل يعنى تجاهل وجودها . فشطبها من الخرائط . أو تسميتها « باسرائيل المزعومة » لا يعنى إطلاقاً أنه ليس على أرض فلسطين استعمار صهيونى اغتصب جزء من الأرض العربية . والذى يؤكد هذا الإسقاط للموقف السياسى على العمل العلمى أن معظم الدراسات والأبحاث القليلة التى عالجت القضية دارت حول قانونية الحق العربى وأغفلت الجانب الآخر ، وهو نوعية العدو المغتصب لهذا الحق . فكان العرب فى حاجة إلى الاقتناع بحقهم المغتصب ولا يمكن الإدعاء بأنها كانت الرأى العام العالمى وليس العربى لأنها فى الأغلب باللغة العربية .

— طابع مركزية السلطة فى العالم العربى بحكم تراث تاريخى طويل وإن اختلف فى تفاصيله إلا أنه فى خطوطه العامة يتفق ودعم مركزية السلطة . وأبرز ما ترتب على ذلك فى نطاق موضوعنا هو أن المؤسسات العلمية لم تأخذ المبادرة بالبحث فى المسائل الصهيونية ، والإسرائيلية ، وتدريسها بالشكل الذى يتفق وحجمها لأن السلطة لم تطلب ذلك والعاده المتبعة أن كل شىء لا بد أن يتم من أعلى إلى أسفل ، وذلك يضيف عبئاً آخر من البيروقراطية التى تنجح فى تشويه المطلوب خلال عملية انتقاله حتى يصل إلى الجماهير .

— التعود على عدم الاعتماد على العلم حتى إن قامت به المؤسسات العلمية بالفعل وهو ضئيل لم يصل إلى الأجهزة التنفيذية نتيجة الحلقة المفقودة بين الاثنين وعدم إيجاد قنوات اتصال مفتوحة باستمرار بين البحث العلمى ومراكزه من جانب آخر بالأخذ والعطاء بحيث تسمح للعلميين بالابتكار وللأجهزة بالتنفيذ . وهى فى الحقيقة مسئولية الأجهزة التنفيذية قبل أن تكون مسئولية المؤسسات العلمية والعلميين . ونتيجة لعدم الاحترام الكافى للعلم والبحث أن هناك سوء استخدام لمسألة الدراسات الإسرائيلية فتحولت إلى مجرد وسيلة للمتاجرة السياسية أو لكسب مادى أو للوصول لمنصب جديد مما أفقد البحث العلمى فى المسائل الإسرائيلية هيبته . وكان ذلك عامل مساعد فى نفور البعض الجاد عن اقتحام هذا المجال لما فيه من هزل وشكليات لا تجذب الباحث بقدر ما تشد الطامع فى المنصب أو الشهرة على حساب أكثر قضايا الأمة العربية خطراً على أمنها ومستقبلها .

هذه بعض المعالم التى توضح ما قصدت إلى تحديده عن المناخ العام ويبقى بعد ذلك الانتقال إلى مسألة النمط الاجتماعى للشخصية . ولا بد من تحفظ فيما يتعلق بهذه النقطة : إننى سوف أقصر الملاحظات على الجوانب السلبية فقط لأنها ما يهمنى هنا طلباً للعمل السريع من خلال عملية إعداد العلميين على التخلص منها وتحويلها إلى إيجابيات تضاف إلى رصيد الدفع البناء فى الشخصية العربية وهو كبير . ويؤكد أن السلبيات الموجودة هى وليدة المناخ العام بالإضافة إلى عوامل وراثية من تجارب الجماهير عبر رحلة التاريخ . كل ذلك يقف من التعليم — الواجب تغيير مضامينه اليوم — فى دعم استمرار هذه السلبيات . وهذه بعض الخطوط التى توضح ولو جانب من الصورة .

— أن تأثير الثقافات الأجنبية على النمط الاجتماعى للشخصية فى العالم العربى وخاصة المتعلمين لا يمكن إنكاره بحكم طول فترة الاستعمار وتنوعه . والغريب أنه لم تتم عملية

تقييم لهذه المؤثرات وما إذا كان بعضها لا يتفق مع الشخصية العربية أم لا بل على العكس تركت حتى اليوم مؤسسات تعليمية للدولة الاستعمارية تعمل فى العالم العربى ، وتساهم فى تشكيل أنماط اجتماعية لشخصية تختلف فى كثير من معالمها عن النمط العام والخطير فى ذلك أن هذه الأنماط تصبح معزولة عن مجتمعها متطلعة إلى غيره بعد أن تشكلت فى « قوالب » . والمدارس الأجنبية فى العالم العربى كثيرة تصل فى قمتها إلى ثلاثة جامعات أمريكية — فى حدود علمى — بثلاث دول عربية وضعت واحدة تحت الحراسة والأخرى صودرت أملاكها فى عام ١٩٦٨ فقط مع أن عمر إحداها يكاد يصل إلى نصف قرن . ولا زالت جميعها حتى هذه اللحظة تقوم بدورها وكأن مشكلتها كانت فى ممتلكاتها وليست فى نشاطها الثقافى والتعليمى تاركة خلفها صورة من صور المراهقة الفكرية المثلة فى الولع بالثقافة الأمريكية دون إدراك لصلتها بالمجتمع العربى وهدفها فيه . ويكفى دليلا على خطر هذه « القوالب » الفكرية المناقشات التى دارت بعد الهزيمة وتحولت إلى صدامات « قوالب » وكأن الأرض العربيـة ليست هى الهدف الشاغل حتى بعد الهزيمة وبكل ما تركته من جراح .

وقد يقال إن ما أقرته هذه المؤسسات أقلية وهو قول صحيح إلا أنها أقلية تشغل المراكز الرئيسية فى كثير من الدول العربية وتملك قدرة العمل بما يفوق قدرات الأغلبية ، إلى جانب ما تقوم به هذه المؤسسات من مراقبة وحصر تحت عنوان البحث العلمى ويساعدها على ذلك الغفلة عن دورها وانتشار قواعدها على مراكز العمل بتشعبه .

— طابع الفردية السائد وتفضيله العمل الجماعى وحقيقة أن الفردية ليست وليدة « أنانية » بقدر ما هى تعبير مبالغ عن « تأكيد الذات » نتيجة انعدام الأمن الخاص أو القدرة على مواجهة الموقف .

ويؤكد هذه الحقيقة الاتجاه نحو إبراز صفات خاصة وتعميمها فى « مطلقات » مبالغ فى حجمها . وهذه النقطة بالذات قد نالت الكثير من الدراسة وتعليق علماء الاجتماع العرب ولا تحتاج إلى مزيد من الشرح والتوضيح .

— انتشار ظاهرة « عـــدم الانتماء » بصورة تكاد تصبح مرضاً آخر من أمراض مجتمعنا . وهى نتيجة الشعور ببشاعة الوضع الاقتصادى فى مواجهة غنى الطبقات الحاكمة وفى نفس الوقت يرتبط ذلك بعجز الجماهير عن تغيير مقدراتها فى مواجهة تركيز للسلطة فى يد الأجهزة ، ويضاف ذلك إلى تأثير المؤسسات التعليمية الأجنبية مما يخلق شعوراً بعدم الانتماء إلى ما يجرى . ولا يترتب على ذلك نوع من السلبية فقط ، ولكنه يترك أيضاً قدراً من تقييد القدرات الخلاقة عن المشاركة فى تطوير البناء القائم أو على الأقل يزيد من حجم البيروقراطية .

— نتيجة تراث طويل من خبرات الجمـــاهير مع الحكم تولدت ظاهرة المسايرة أو سطحية المعالجة للمواقف وأكثر مظاهرها حدة فى اعتقادى هى مسألة الاكتفاء بالكلمة دون العمل حتى أصبح البعض يتصور أن مهمته قد انتهت بإعلان الرأى ، مع أن إعلان الرأى فقط لا يغير ماهو قائم . صحيح أنه يريح صاحبه ، وأنه نوع من تكوين الرأى العام ، ولكنه يحتاج إلى عمل يلاحقه ، وخصوصاً وأن الكلمة تقال عادة فى الأركان المظلمـة وبالتـالى فهى تفتقد حتى إلى المشاركة فى تشكيل رأى عام . . وأحاديث الظلام لا تصنع مستقبل الشعوب ولكنها لا تتجاوز نطاق الغضب . ولا بد حقيقة للجماهير العربية أن تتجاوز مرحلة همهمات الظلام وأحاديث المقاهى والنكتة الساخرة إلى المشاركة فى العمل وإعادة البناء . وهى مؤكداً لن تستطيع ذلك دون قيادات ومؤسسات جماهيرية تجسد الكلمة فى عمل جماعى وتبلور الرأى فى أسلوب تنفيذى بدلا من

الإنفعال البعيد عن الأفعال . وظاهرة السطحية ، والاهتمام بالشكل أكثر من المضمون تبدو واضحة فى المؤسسات العلمية التى شغلت بالدرجات أكثر من الأبحاث وبالأقسام أكثر من البرامج ومضمونها فى وقت تواجه فيه عدواً يجيد العمل ويعرف توقيت وقيمة الكلمة ويدرك أننا نحاربه بالشعارات .

وإن كان ذلك كله يعطى بعض التفسير لظاهرة بقاء إسرائيل والصهيونية على هامش العمل العلمى العربى . فإن معظم ما فى الصورة من سلبيات حتى ما كان منه يبدو عسير الحل قد هيأت له الهزيمة العسكرية — يونيو ١٩٦٧ فرصة حقيقية للحل إذا ما أحسن تقديره موضوعياً . فالهزيمة تتيح كل فرص إعادة البناء ، وبحكم ما تحمله من شحنة الرفض لنتائجها فهى تمثل قوة دافعة لا حدود لها لو خلصت النوايا نحو توجيهها إلى الهدف المنشود لجماهيرها .

وأمامنا طريقان لابد من طرقهما معاً أحدهما يمثل خطة عمل طويلة المدى والآخر يمثل خطة مواجهة للموقف ما بقى العدو على أرض عربية .

أولا — الجيل الجديد تحت الاعداد :

إن خطة مواجهة الموقف الحالى تحتاج إلى إنسان عربى قادر على الوفاء بالتزاماتها وتجاوز كل ما فيها من عقبات . وبالتالى فإن عملية إعداد العاميين لا يجب أن تتم فى غياب إدراك شامل يثقل مسئوليات المرحلة التى قد تطول وهذا يحتاج إلى إعادة النظر فى كثير من مضامين البرامج التعليمية بحيث تضع فى اعتبارها المضمون الاجتماعى الذى نتحرك من خلاله . فليس للعلم من قيمة إذا لم يكن فى خدمة القضايا القومية وخاصة فى الدول النامية مثل دولنا العربية . فما هى قيمة أى عمل أو مشروع إذا ما دمره العـــدو بقنابله أو استولى عليه ضمن خطة توسعه ؟ ويؤكد ذلك أن الأمة العربية فى أشد الحاجة إلى العاميين المرتبطين بقضايا أمتهم ، ومصيرها والذين يتم إعدادهم لذلك دون مساس بحرية البحث العامى لأنها ليست حرية مطلقة فى فراغ .

ولا بد أن يكون ضمن أهداف برامج التعليم سواء العام أو الجامعى تربية عادات فكرية جديدة وبنهج عامى فى السلوك اليومى إلى جانب دعم الروح الجماعية عملا ، وليست على الورق ، أو فى الخطب . وهذا كله لا يحتاج إلى برنامج فقط ولكن إلى متابعة تنفيذ جادة حتى لا تدخل العملية فى الدائرة المفرغة وتضاف إلى رصيد الشكليات .

ولست أريد أن أدخل فى تفاصيل الإعداد العامى فى مرحلة المواجهة أثر هزيمة يونيو عام ١٩٦٧ ، فإن ذلك من اختصاص غيرى وهم أقدر عليه علماً وعملا ولكننى أسجل فقط حقيقة لا تغيب إسرائيل عن أذهان الجالسين لتخطيط الإعداد العامى للجيل الذى يحمل مسئولية تحرير الأرض المحتلة من الاستعمار الصهيونى .

ثانياً — الجهد المباشر للمعركة :

إن أهم ما تتطلبه المعركة هو فهم العدو وإعداد النفس لمواجهته ولذلك اقترح :

١ — إنشاء مركز عامى مركزى بمعنى أن يكون على مستوى الأمة العربية تتبعه مراكز بحث متخصصة فى الدول العربية تتحدد مهمته فى :

— أن يعرف كل شىء علميـــاً عن إسرائيل والصهيونية . وهى مسألة ليست صعبة فى عصر ضاقت فيه حجم السرية .

— أن تقترح خطط مجابهة عامية على ضوء ما لديه من معلومات يجمعها فى كل فروع العلم وتخصصاته بشرط

أن تكون له المبادرة ؛ ولا تقف عند حد رد الفعل بمعنى أن يكون فى خلفية عمله الفكرى حتمية تجاوز المستوى العلمى للعدو وهو ليس بمستحيل .

— أن يشترك فى وضع ومتابعة برامج التعليم المتعلقة بالعدو حتى تبقى برامج علمية وليست دعائية .

— أن يعمل على إعداد المتخصصين فى شئون العدو فى كل مجالات التخصص على أعلى مستوى علمى .

— أن يعطى صلاحيات النصح والتوجه لأجهزة الإعلام فى تحركها خلال المسائل المتعلقة بالمجابهة مع العدو الإسرائيلى . وهى ليست وصاية ولكنها صلاحيات من خلال قدرته العلمية على امتلاك أكبر قدر ممكن من المعلومات عن العدو .

٢ — إيجاد مجلة علمية متخصصة تعالج كل ما يتعلق بإسرائيل والصهيونية بموضوعية بحتة حتى ولو حصر توزيعها فى دوائر علمية محدودة ، بشرط ألا تنحصر فى دوائر السلطة فقط .

٣ — تسهيل دخول الكتب والمجلات الأجنبية التى تعالج شئون العدو ومخططاته لأن الباحث علمياً يجب أن يرى صورة إسرائيل كما ترسمها الأجهزة الإسرائيلية ، والصهيونية ، وليست بمنظار ما تريده الأجهزة العربية .

٤ — أن تصبح إسرائيل مادة أساسية لتعليم كل الطلبة فى المدارس والجامعات بشرط أن تكون مادة علمية مخططة وليست دعائية .

٥ — توسيع دائرة تعليم اللغة العبرية لتسد الحاجة إليها . ويكفى أن نعرف أن حوالى ثلث سكان إسرائيل يتحدثون العربية بلهجاتها وتستخدمهم إسرائيل عادة وقت الحرب فى الإعلام والمواصلات اللاسلكية المضادة .

٦ — إرسال عدد من البعثات لدول العالم للتخصص فى المسائل اليهودية والإسرائيلية والصهيونية وسوف نجد مثلا فى ألمانيا الشرقية أو الغربية أكبر مجموعة وثائق فى العالم عن الصهيونية .

وضرورة إرسال بعثات علمية لدراسة التجارب التى تفيد الأمة العربيـة فى معركتها مثل التجربة الفيتنامية فى مواجهة الحرب الأمريكية سواء فى استمرارية البناء الصناعى أو فى استراتيجية العمل الحربى .

٧ — وضع صيغة محددة لتنسيق العمل وإيجاد قنوات اتصال مفتوحة بين الأجهزة التنفيذية والمؤسسات العلمية . صحيح أننا فى حاجة إلى ذلك فى كل المجالات ، ولكنى أحصر إشارتى إلى ما يتعلق بإسرائيل على وجه خاص .

الإعداد العلمي للطلاب في المرحلة الجامعية

نظم التعليم الهندسي وتطور مناهجه في العصر الحديث

للدكتور المهندس / احمد على العريان

الهندسة هى الحلقة التى تربط بين العلم وحياتنا اليومية اقتصادية كانت أو اجتماعية ، فهى المهنة التى تدرس العلوم الرياضية والطبيعية المكتسبة بالدراسة والتجربة والخبرة ، ثم تطبقها بحكمة وكفاءة للوصول إلى أفضل السبل لتسخير المواد والقوى الطبيعية فى خدمة الإنسان ورفاهيته . وتقوم الهندسة على دعامتين هما العلم ثم الخبرة العملية والتدريب الفنى ، فالعلم يبحث عن ماهية الشيء وسبب عمله مستخدماً فى ذلك العلاقات الرياضية ، والدراسات الفيزيائية والكيميائية المتقدمة والتجارب ذات المستوى العلمى العالى ثم يطبقها على التصميمات الهندسية بتفكير استقلالى خلاق ، أما الخبرة العملية والتدريب الفنى فيفيدان فى معرفة كيفية عمل الشيء ويكفى لذلك الفهم والتجربة والمران . وبالرغم من أن المكان الطبيعى لاكتساب الخبرة الفنية هو المؤسسات الصناعية ذاتها ، إلا أنه قد حان الوقت لكى تحمل كليات الهندسة هـذا العبء أيضاً لتوفر للطالب خلال السنوات المبكرة لدراسته وعياً تاماً بالمشروعات الهندسية الصناعية والعمرانية الهامة .

وينبنى أساس التعليم الهندسى الجامعى على تنمية آفاق الطالب الفكرية والفنية حتى يصبح قادراً على التفكير الاستقلالى والعمل الخلاق فيما يواجهه من أعمال هندسية مختلفة .

ويخلق التعليم الهندسى فيه عادات عقلية وأخرى عاطفية ، فهو ينمى فينا دقة الملاحظة وشمولها كما يخلق فينا عادة الربط السليم بين أجزاء الكل الواحد ، وعادة التذكر والتركيز فى الناحية العملية كما يخلق فينا عادة العدالة فى الحكم واتزان العواطف والاستقرار فى الميول واحتمال وجهات نظر الآخرين ، واحترام العلاقة بين الفرد والجماعة وسائر الجماعات .

والتعليم الهندسى الناجح هو الذى يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالخبرات الصناعية والإنشائية والعمرانية وبالبحوث العلمية والتطبيقية فيتطور بتطورها ويتقدم بتقدمها ، وهو الذى يعطى المهندس الثقة بالنفس والقدرة على التفكير الاستقلالى والعمل الهندسى المبتكر ، كما أنه يرتبط بمسئوليات محددة تجاه المجتمع والمهنة والفرد . فيلتزم أمام المجتمع بتوجيه مجموعة من الشباب فى فترة هامة من حياتهم لكى يصبحوا جنوداً عاملين فى خدمة مجتمعهم قادرين على إسعاده وتوفير احتياجاته من خدمات هندسية متنوعة ، كما يعمل على إمداد المهنة بمهندسين أكفاء قادرين على القيام بالأعمال الهندسية المسندة إليهم تحت إشراف آخرين ، وراغبين فى تطوير أنفسهم ورفع مستواهم العلمى ليصبحوا صالحين للقيام بأعباء وأعمال متزايدة المسئولية . ويهدف التعليم الهندسى إلى تمكين الفرد من إنماء مواهبه الذاتية وإمكانياته الذهنية وإعداده وإمداده بالمعلومات والخبرة والفهم بحيث يتمكن من استغلال طاقاته فى مجالات الهندسة عند التخرج ويصبح قادراً على ما يأتى :

— القيام بعمل التصميمات الهندسية مستخدماً أفضل الحلول وأحدثها .

— القيام بربط العمليات الهندسية ببعضها بحيث تعطى أكفأ وأجود النتائج .

— مواجهة الجديد من المشاكل الهندسية المتغيرة بتغير العصر وتطور متطلباته والقيام بعمل حلول ناجحة لتلك المشاكل .

— خلق تصميمات ومواد هندسية جديدة بهدف تحسين الجودة ، وزيادة الدقة والسرعة وتخفيض نفقات الإنتاج .

— تحمل المسئولية بثقة تامة مهما كبر العمل أو عظمت أهميته ، سواء عند التخطيط والتصميم أو عند التنفيذ .

ويرتبط التعليم الهندسى المثمر بمسئوليات وأهداف محددة تجاه الفرد ، بإعداده ليستطيع مسايرة عصر سريع التغيير مستمر التطور وذلك بحثه على مواصلة الدراسة لملاحقة الحقائق العلمية الجديدة وطرق البحث الحديثة وقواعد العلوم المكتشفة يوماً بعد يوم . ويقوم بمساعدة الطالب ليصبح مطلعاً على الاحتياجات المتزايدة والمطالب المتغيرة للجنس البشرى ، وقادراً على ربط عالم العلوم بعالم الإنسان بتسخير الأول فى خدمة الثانى . كما يعمل على إنماء روح الإيمان بأن التعليم هو مسئولية ذاتية بالدرجة الأولى يقع عبؤها على الطالب بوجوب استمراره فى التعلم طول فترة مزاولته لعمله الهندسى . كما أن التعليم الهندسى الكفء ينجح فى نهاية الأمر فى تشجيع الفرد على توسيع أفق معرفته وتمكينه من استخدام

الطرق التسلسلية الهندسية والتفكير الهندسى المنطقى فى حل ما قد يعترضه من مشاكل الحياة والمجتمع والمهنة .

ومن هنا لا ندهش إذا كانت مهمة إعداد الشباب لمهنة هندسية تبهظ كاهل معاهدنا التعليمية بطرق معقدة شتى ، إذ أن تعدد الحاجات والرغبات والإمكانيات من الناحيتين التعليمية والمهنية من السعة بمكان بحيث لا يفى بها نمط واحد مما ينبغى أن يكون عليه التعليم الهندسى . إن الأمر يتطلب إعادة تقييم منهاج التعليم لإعداد الرواد فى مهنة فنية ، ابتداء من المرحلة الثانوية حتى درجة الدكتوراه . وينبغى أن يجرى هذا التقييم فى نفس الوقت فى معاهدنا التعليمية وفى الصناعة وفى الميادين الحكومية ، كما يتعين على الكليات الجامعية على أن تعمل على إيجاد طرق لتحرير تقاليد مذاهب المناهج من عبء الماضى الذى أورثنا نظاماً مقفلا للتخصصات الهندسية يقيم العوائق الكبار فى وجه انتقال المثل الجديدة من العالم إلى المهندس إلى الصناعة .

إن التعليم والمناهج والإمكانيات الهندسية فى تخصصات كثيرة أصبحت بالية وغير ملائمة لمتطلبات العصر واحتياجاته ، فهى كثيراً ما تكون أسيرة ماض سحيق على نحو يعوق التقدم ، مما يلقى علينا عبء تحقيق مهام متعددة ، بتزويد المهندسين بأحدث وأعمق تفهم للهيكل العام للعلوم ، وبتزويدهم بما يمكنهم من التعلم من جديد كلما اتجه المجتمع نحو الأمام ، وبتلقينهم شيئاً من فن اتخاذ القرارات المعقدة اللازمة لتسخير قوى العلم لتصميم وبناء العديد من التطبيقات الجديدة والآلات المعقدة التى لا تزال طبيعتها مجهولة فى الوقت الذى يدرسون فيه ، وأخيراً علينا أن ننمى قدرتهم على الإسهام فى المؤثرات الحضارية للمجتمع والعمل على رفاهيته .

وهناك وسيلة واحدة تتمكن بها مدرسة هندسية من إتاحة تعليم قادر على نقل الأفكار التى يقترحها والكشف عنها للعلماء ليطوروها ويوسعوها ويوصلوها إلى المستوى الذى يمكن عنده استغلالها لفائدة الإنسان ، غير أن هذه الطريقة متشعبة فمعناها أولا ارتباط وثيق بين الكلية والطلبة فى البحث ، وثانياً منهاج قوى للتعليم وتدريس النظريات العلمية المتممة للطلبة الجامعيين ، وثالثاً كلية هندسية متحمسة لصياغة هذه الأفكار فى أشكال جديدة ذات مغزى ، وتدريسها بطريقة متماسكة مترابطة جذابة إلى الطلبة الجامعيين .

إن مهمة إعداد منهاج مترابط وهادف أمر معقد بطبيعته ، لأن انسياب المعرفة الجديدة يتجه بطبيعته إلى أدنى ، فهو يسير من البحوث إلى الدراسات العليا إلى التعليم الجامعى بينما الطالب يتجه فى اتجاه مضاد من السنة الأولى الجامعية إلى الدكتوراه .

كما أن أى برنامج يهدف لجعل التعليم الجامعى عصرياً وقوياً وعميقاً ، يعمل على وضع الكثير من مواد الدراسات العليا لتدرس فى مقررات التعليم الجامعى ، الأمر الذى يترتب عليه بتر الكثير من مقررات الدراسات العليا ، فينعدم الحافز لدراستها وتخلو من المعرفة اللازمة لبقائها واستمرارها .

وهكذا نرى أن البرنامج الكلى فى الهندسة ينبغى أن يعاد النظر فيه بصفة متصلة لاكتسابه نوعاً جديداً من الوحدة والاستمرار والبقاء .

ولما كانت إعادة بناء مناهج الدراسات العليا ينبغى لها أن تتم فى إطار المعارف التى تخلقها الأبحاث ، فيتعين من ثم أن يقوم على التدريس للدراسات العليا أولئك الذين يجرون الأبحاث دون سواهم وتحتم إعادة البناء إقامة إمكانيات جديدة وموضوعات لأبحاث ذات أهداف مقترحة تلائم حاجات المجتمع فى السنين القادمة .

ويتطلب ذلك من الأستاذ أن يغير بصفة دورية من المواضيع التى يركز عليها جهوده ، وأن يوطد نفسه على احتمال مشقة التمكن من النظريات الجديدة ، وبمعنى آخر عليه أن يعجن من جديد .

إن ما نحتاجه فى الحقيقة هو ما يمكن تسميته بالمناهج الأساسية التى تجعل للتعليم هدفاً ، وتتيح مدركات ذات مغزى بحيث يتمكن مهندسونا من تجميع واستعمال جميع فروع التكنولوجيا واكتساب مهارة فى نسج حشد من المفاهيم التى قد تبدو غير مرتبطة ومزجها فى المصنع الكلى للعالم الهندسى لغدنا .

ومن الواجب أن يتركز طموحنا حول وضع هدف فى حياة الشباب بإعطائهم صورة عن النظرة الهائلة للمستقبل وبمحاولة تعميق وتوسيع ظمئهم للمعرفة بحيث تتكون لديهم صورة عن آفاق العالم الذى يتعين عليهم أن يعيشوا فيه .

فإذا نحن ما تمكنا من أن ندرك ولو بصورة غير واضحة تماماً رؤية هذه الآفاق الجديدة ، وإذا ما حاولنا بناء منهاج تعليمى فى الهندسة يعمل على إعداد الشباب للاسهام الفعلى فى هذه المجالات الجديدة ، نكون بالفعل قد قوينا إلى الحد الأقصى احتمالات تحقق هذه الرؤى .

أولا ــ نبذة تاريخية :

تعد الهندسة من أهم الأسس التى تسجل حضارات الأمم والشعوب ، وهى الدافع الأول لكل تطور تاريخى ، فقد صنف تاريخ الهندسة المعمارية على أساس خصائصها ومميزاتها المختلفة التى ظهرت كنتيجة لتطور الذوق والمجتمع والتمدن لشعب معين أو لأمة معينة فى حقبة زمنية محددة ، فالفن المعمارى الفرعونى واليونانى والرومانى والبيزنطى والقوطى ، كلها خصائص وأوجه حضارية لشعوب وأمم تطورت الواحدة من الأخرى ، فاليونانى تطور من الهلينى ، والرومانى من اليونانى ، والبيزنطى من الرومانى ، والقوطى من البيزنطى ، وهكذا فالهندسة ليست إحدى أسس وأوجه التمدن الإنسانى فحسب بل هى الحافز الموجه والمشجع للانسان فى تطوير نفسه وإنتاجه لإشباع إحساساته العلمية والفنية وطموحه فى تحسين الوسائل لحاجاته الضرورية من الجيد إلى الأجود ، ومن الجميل إلى الأجمل .

ولقد شهد القرن الحادى عشر نهضة علمية وفنية فى أوربا ، إذ ظهرت مناقشات ومباحثات فلسفية خطيرة ، كما أنشئت جامعات عظيمة فى كل من باريس وأكسفورد وبولونا وأماكن أخرى ، ثم شهد القرن الثالث عشر ظهور روجر باكون (١٢١٠ — ١٢٩٣) الذى لقب بأبى العلم التجريبى لأنه بدأ فى هذا الوقت المبكر ينبه الأذهان إلى كثير من المخترعات الهندسية كالمراكب البخارية والسيارات وحتى الطائرات . غير أن العقل البشرى استمر فى ركوده بعد ذلك لثلاثة قرون كاملة . ولما جاء القرن السادس عشر كانت أوربا قد استقرت تماماً فى مكان الزعامة من العلم والاختراعات ، وقد شهد القرن السابع عشر تقدماً عظيما فى نشر البحث العلمى المنظم بقيادة سير فرنسيس باكون (١٥٦١—١٦٢٦) فقامت كثير من الجمعيات لتشجيع الأبحاث العلمية ونشرها وتبادلها ، كالجمعية الملكية بلندن والجمعية الفلورنتينية ، تلك الجمعيات التى كانت منبعاً لكثير من المخترعات الهندسية التى بدأ العالم يجنى ثمارها منذ أول القرن التاسع عشر ، كالبخار والصلب والسكك الحديدية والبواخر والكبارى وغيرها من المنشآت العظيمة وأخيراً تلك الكنوز العجيبة من اختراعات الكهرباء .

ولعله من أهم الحوادث التاريخية فى المجال الهندسى الاهتمام بالهندسة كعلم وفن من قبل الحكومات ، وقد كان ذلك عند ما أنشئت أول مدرسة رسمية للهندسة فى فرنسا عام ١٧٤٧ دعيت بالمدرسة الوطنية للجسور والطرق ، وقد كان الخريجون من هذه المدرسة مسئولين عن التحسين السريع فى علوم وفنون الجسور والطرق والأبنية وبعض فروع الهندسة المدنية الأخرى . ولقد كان الفرنسيون فى الطليعة فى هذا المضمار خلال القرنين السابع عشر والثامن عشر ، فقد أسسوا مدرسة ثانية للهندسة عام ١٧٧٨ أصبح أسمها المدرسة الوطنية العليا للمناجم ، ومنذ ذلك التاريخ قامت عدة مدارس للهندسة بتخصص أكثر ومناهج أوسع وأشمل . غير أن اهتمام الحكومة الفرنسية بالهندسة المعمارية كان أسبق من اهتمامها بالفروع الهندسية الأخرى ، فقد أشرفت رسمياً على إنشاء أول مدرسة للهندسة المعمارية تأسست عام ١٦٧٠ وسميت بالمعهد الملكى للهندسة المعمارية ، ثم تأسس المعهد الفرنسى للفنون عام ١٧٩٥ وكان يضم فرعاً للهندسة المعمارية ، ثم انضم هذا المعهد مع بقية المدارس التى تعنى بالفنون حتى عام ١٨١٦ حيث شكلت فى باريس مدرسة الفنون الجميلة ، وفى عام ١٨٦٣ وضعت مناهج جديدة لهذه المدرسة بموجب مرسوم حكومى خاص وأصبحت بعدها هذه المدرسة من أشهر وأقدم المدارس المعمارية فى العالم حيث أثر خريجوها بطابعهم الخاص على الفن المعمارى فى أوربا وأمريكا طيلة القرن التاسع عشر وحتى العقد الأول من القرن العشرين .

ولقد اشترك مهندسون كثيرون فى صنع تاريخ الهندسة نذكر منهم على سبيل المثال :

المهندس الإيطالى الفنان ليوناردودافنشى (١٤٥٢ — ١٥١٩) ، والمهندس الايطالى الفنان مايكل أنجلو (١٤٧٥ — ١٥٦٤) ، والمهندس الانجليزى جيمس وات (١٧٣٦ — ١٨١٩) ، والمهندس السويدى الفرد نوبل (١٨٣٣ — ١٨٩٦) ، والمهندس الأمريكى فرانك لويد وايت (١٨٦٩ — ١٩٥٩) .

ولقد وصلنا اليوم ، ونحن فى العقد السابع من القرن العشرين إلى عصر الفضاء ، عصر السفر إلى جيراننا من الكواكب ، واقد بدأ عملياً فى العقد السادس من هذا القرن ، وعلى وجه التحديد يوم ٤ أكتوبر عام ١٩٥٧ ، عندما أطلق الاتحاد السوفيتى أول قمر صناعى هو سبوتنيك الأول .

ويعتبر المؤرخون هذا العصر عصر العلوم ، غير أنه من الممكن اعتباره عصر الهندسة والمهندسين ، فكل الأساليب وكل الوسائل وكل الأوساط التى تضع نظريات العلماء وأفكارهم وتجاربهم موضع التطبيق والتنفيذ هى هندسية ، ولهذا أيضاً يمكن أن يعد هذا العصر عصر العلم والهندسة والتكنيك .

ثانياً — تباين نظم ومستويات التعليم الهندسى والفنى فى العالم :

توجد فروق كبيرة فى مستويات التعليم الهندسى وأنظمته فى بلدان العالم المختلفة ، وهذا الاختلاف يجعل المقارنة بين هذه الأنظمة من الأمور العسيرة . ونحن إذا نظرنا إلى بلدان العالم المختلفة لوجدنا أن طبيعة تطورها واقتصادها هى التى تحدد نوع الأعمال المطلوبة من المهندسين والفنيين كما أن نوع هذه الأعمال هو الذى يحدد بالتالى شكل وهيكل المناهج الدراسية ونوعية المهندسين والفنيين المطلوبين . على أننا نستطيع رغم تباين أنظمة التعليم الهندسى واختلافها الظاهرى ، أن نكشف عن مظاهر واحدة بين البلدان المتشابهة فى تطويرها للصناعة ، عن طريق دراسة أنظمة التعليم الهندسى بالنسبة لثلاث مجموعات من الدول ، الأولى تتمثل فيها البلدان الصناعية الكبرى كالولايات المتحدة الأمريكية والإتحاد السوفيتى وبريطانيا وفرنسا ، والثانية تتمثل فى البلدان الصناعية الصناعية الغيرة المتقدمة كسويسرا والسويد وبلجيكا والنرويج وهولندا والنمسا ، وتمثل الثالثة مجموعة البلدان النامية مثل يوغوسلافيا واليونان وتركيا وأسبانيا والجمهورية العربية المتحدة .

فى البلدان الصناعية الكبرى يمارس المهندسون والفنيون أعمالا عديدة تمثل مجالا عريضاً من الأنشطة ضمن التخصص الواحد ، فمن جهة واحدة نجد مهندس الأبحاث والتطوير ويليه مهندس التصميم والتخطيط ثم مهندس الإدارة والتصنيع ثم مهندس المبيعات والتشغيل والصيانة . كما نجد أن كل بلد يقوم بتخريج نوع من المهندسين والفنيين حسب تطوره التاريخى فى ميدان الصناعة . ونظراً للأعداد الضخمة من المهندسين والفنيين اللازمين للاقتصاد المتطور فى هذه البلدان الكبرى ، فقد نشأت فيها فئات عديدة من المهندسين تبدو الفوارق بينها واضحة ، ويظهر ذلك على وجه الخصوص فى ألمانيا ، إذ أن هناك ثلاث فئات رئيسية من المهندسين والفنيين :

— فئة المهندسين الجامعيين الذين يحملون درجة (دبلوم مهندس) ، وتقوم هذه الفئة بأعمال البحث والتطوير والتصميم والتخطيط والإدارة والتصنيع .

— وفئة المهندسين غير الجامعيين الذين يحملون درجة (مهندس) وتقوم هذه الفئة بالتصميم والإدارة والتصنيع وأعمال المبيعات والتشغيل والصيانة .

— وفئة الفنيين ، وتقوم باعمال التشغيل والصيانة .

ومن ذلك يبدو أن هناك تداخلا بين كل من الفئات الثلاث ، وتوجد مثل هذه الفئات فى البلدان الكبرى الأخرى غير أن تسمياتها تختلف من بلد لآخر ، ففى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا وفرنسا نجد ثلاثة أنواع من المهندسين والفنيين :

— المهندسون العلميون الذين يتخرجون من الكليات الجامعية البريطانية والمدارس العليا الفرنسية وجامعات الدرجة الأولى الأمريكية .

— المهندسون التطبيقيون الذين يتخرجون من المعاهد الصناعية العليا البريطانية وجامعات وكليات الدرجة الثانية فى الولايات المتحدة الأمريكية .

— والفنيون الذين يتخرجون من المدارس المهنية الفنية فى البلدان الثلاث .

وقد اتفق اتحاد الجمعيات الهندسية فى أوربا الغربية والولايات المتحدة على إطلاق لقب مهندس مجازاً على النوعين الأولين من المهندسين العلميين والتطبيقيين ، ونستطيع من دراسة أوضاع كليات الهندسة الأمريكية أن نتبين مستويات مختلفة ومتباينة غاية التباين ، ومع أن كلا من هذه الكليات تمنح درجة بكالوريوس رغم اختلاف برامجها إلا أن كلا منها تخرج نوعاً من المهندسين العلميين أو التطبيقيين لسد فراغ معين أو لتأدية خدمة معينة للاقتصاد الأمريكى فمعهد ماساشوستس للتكنولوجيا (M.I.T.) ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا وجامعة ستانفورد مثلا كلها تخرج مهندسين علميين فى حين أن معاهد أخرى تخرج مهندسين تطبيقيين لعمليات التصنيع والإنتاج .

أما البلدان الصغيرة المتقدمة كسويسرا والنمسا والنرويج ، فحجم إنتاجها الصناعى وعدد سكانها لا يمكنانها رغم تقدمها الصناعى من تنويع الكليات الهندسية بالشكل الذى نراه فى ألمانيا وبريطانيا والولايات المتحدة ، ولذلك قام فى أكثر هذه البلدان نظام شبه موحد لنوعين رئيسيين من المهندسين والفنيين ، وهم فئة المهندسين الجامعيين ، وفئة الفنيين ، فيقوم المهندسون الجامعيون بأعمال البحث العلمى والتطوير والتصميم والتخطيط والإدارة والتشغيل ، بينما يقوم الفنيون بأعمال التشغيل والصيانة .

وقد قامت فى كل من هذه البلدان جامعات وكليات هندسة جامعية محدودة العدد لتخريج المهندسين الجامعيين الذين يقومون بأعمال المهندسين العلميين والتطبيقيين حسبما يطلب منهم ، كما قامت فيها كذلك معاهد صناعية لتخريج الفنيين كما يتبع فى السويد والنرويج والنمسا .

وإذا نظرنا إلى البلدان النامية لوجدنا أن ظروفها قد جعلتها تقتصر على نوعين فقط من المهندسين والفنيين ، وهم فئة المهندسين الجامعيين وفئة الفنيين ، وهى فى ذلك تتشابه مع البلدان الصغيرة المتقدمة . ويقع على الجامعات الهندسية فى هذه البلدان مهمة تصميم وإعداد برامجها الدراسية . حيث يستطيع الخريجون ممارسة مهنة الهندسة حال تخرجهم ، كما أن عليها أن تقدم لطلابها ثقافة علمية أساسية ذات مستوى رفيع ، وأن تعمل فى نفس الوقت على إدخال مواضيع التخصص اللازمة فى برامجها ، وتجهيز معاملها ومختبراتها تجهيزاً حسناً لتهيئة فرص التدريب العملى للطلاب .

وتقوم جامعات البلدان النامية بتخصيص السنتين الأوليين على الأقل للعلوم الأساسية ، على ألا تقل نسبة العلوم الأساسية والهندسية فى البرامج العامة عن ٦٠٪ وبحيث يخصص ثلث البرامج الدراسية فقط للتطبيقات الهندسية وللعلوم الإنسانية .

وتختلف الجامعات فى البلدان النامية عن جامعات البلدان الصناعية الكبرى فى أن الأولى مضطرة إلى تخريج مهندسين علميين ومهنيين فى آن واحد ولذلك تلجأ للاحتفاظ بمواضيع التصميم والتطبيقات العملية بنسبة معينة لا تتعدى الحدود المذكورة . على أننا يجب أن نلاحظ من الناحية الأخرى أن التخصص الضيق ووفرة المعلومات فى مجال التخصص لا يساعد المهندس على مجاراة التطور فى ميادين تخصصه كما قد يتبادر إلى الأذهان ، ولكنها الثقافة العلمية الهندسية العريضة هى التى تجعل المهندس أكثر مرونة وقدرة على مواجهة الظروف الجديدة التى لا بد وأن تعترض طريقه فى المستقبل القريب .

وإذا نظرنا لمجهودات البلدان الكبرى والمتقدمة فى سبيل إعداد الفنيين لوجدنا مثلا أن الولايات المتحدة الأمريكية قد توسعت فى إنشاء كليات محلية تسمى كليات المجتمع (Community Colleges) الحق البعض منها بالجامعات وجعلت مدة الدراسة بها سنتين بعد المرحلة الثانوية وفى فرنسا ألغى نظام القبول بالشهادة الإعدادية وجعل مماثلا لما هو موجود بالولايات المتحدة حيث سميت معاهد إعداد الفنيين هناك باسم المعاهد التكنولوجية وهى ملحقة بسبعة عشر جامعة ، وتختلف الشعب الموجودة بها من مقاطعة لأخرى عدا الموجودة بجامعة باريس فقد جمعت كل التخصصات الموجودة بهذه المعاهد وقد راعى هذا التعديل الجديد فى نظام إعداد الفنيين السماح للممتازين فى الدراسة باستكمال تعليمهم إلى أعلى المراتب . ويوجد بالاتحاد السوفيتى معاهد عالية لإعداد الفنيين كما أن بالجامعات أقساماً خاصة لإعدادهم ويقبل بها الطلاب الذين أتموا مرحلة التعليم الثانوى العام والصناعى فيتفرعون للدراسة ثلاث سنوات أو أكثر وفق شعب التخصص ، والدراسة بهذه المعاهد مجانية وتعطى منحاً وبدلات انتقال وسفر للمغتربين ، وبهذه المعاهد قسم خاص للمنتسبين من العمال المهرة العاملين فى ميادين الإنتاج والذين يدرسون الجوانب النظرية بالمراسلة ويمنحون أجازات بأجر معين لحضور الدراسة العملية بالمعاهد العليا ، وتبلغ هذه الأجازة ثلاثة شهور فى العام . وقد فاق التوسع فى إعداد الفنيين بالاتحاد السوفيتى كل وصف ، ففى عام ١٩١٧ كان عدد الكليات المتخصصة فى إعداد الفنيين بالاتحاد السوفيتى ٤٥٠ كلية حوت ٤٥٫٠٠٠ ، أما اليوم فقد بلغ عدد الكليات المتخصصة فى هذا النوع من التعليم قرابة ٣٦٠٠ كلية بها ما يقرب من ثلاثة ملايين من الطلاب . وبالرغم من شدة الإقبال الملاحظ حالياً على من أعدوا ليكونوا فنيين إلا أن الأعداد التى أعدت منهم لسد حاجات الأعمال لم تستطع حتى الآن سد الثغرة الموجودة فى سلم العمالة الخاصة بهم ، غير أن الحال فى الولايات المتحدة الأمريكية على النقيض من ذلك فكليات إعداد الفنيين فيها تشكو ضموراً بيناً وهذا الضمور هو أخطر ما يهدد اقتصادياتها الحالية ، وقد تبين من إحصاء تم عام ١٩٦١ أن عدد الدارسين بالكليات الهندسية فيها قد بلغ ثلاثة أمثال عدد الدارسين بمعاهد إعداد الفنيين .

وعلى الرغم من أن كل الأعمال الهندسية والفنية فى الخارج لا تتطلب مستويين من الفنيين إلا أن الكثير من التربويين قد عملوا على إيجاد هذا النوح من التعليم وهو فى مستواه لا يقل كثيراً عن التعليم الجامعى ، إذ يحوى معلومات مهنية بحتة ، وقد اعتمد هؤلاء التربويون فى ذلك على أساس القلة الملحوظة فى أوربا من خريجى الكليات الجامعية ، وفداحة التكلفة بالنسبة للشخص الواحد فى التعليم الجامعى بها إلى جانب الرغبة فى تخفيف العبء على الميزانية العامة المعونات التى تخصص لمعاونة الجامعات .

وإذا كانت الحاجة إلى الفنيين تختلف من تخصص إلى آخر ، إلا أنه من الثابت أن رجال الأعمال أصبحوا اليوم فى حاجة إلى نوعين أساسيين من الفنيين ، الفنى التكنولوجى ويكون عادة من الممتازين من العمال المهرة الذين زودوا من العلوم النظرية المتقدمة فى معهد من معاهد الفنيين و «الفنى النوعى العالى» ، وهو الذى استوعب من العلوم ما يقربه من مستوى المهندس الجامعى مع الدراسة والتوسع فى الجانب الإنتاجى .

ويتم إعداد الفنيين حالياً بثلاثة طرق وهى :

١ — دراسة التعليم الفنى حتى سن الثامنة عشر ، ويتبعها بعد ذلك تدريب ميدانى .

٢ — تلمذة صناعية مع تمضية بعض الوقت فى فصول فنية ، ثم يتبعها دراسة فنيـة تخصصية كالمتبع فى مدارس الهندسة بجمهورية ألمانيا الاتحادية .

٣ — التعليم « بنظام السندويتش » كالمتبع بالمملكة المتحدة حيث تجمع الدراسة بين المواد النظرية والعملية على التعاقب سنوياً .

ويعاب على الطريقة الأولى أن التعليم الفنى الذى يعطى للدارسين سواء كان عملياً أو نظرياً — كتدريس الرياضيات فى الكليات الجامعية — لا يحظى بالتقدير نظراً لحاجة الدارسين للخبرة والدراية لاستيعاب دقائقه .

ويعاب على الطريقة الثانية أن الكثير من التجارب الفنية التى تدرس للفنيين بالورش ـ كالمسائل التى تعطى لهم فى تصميم الآلات ـ لا يمكنهم أن يستوعبوها نظراً لافتقار الدارسين للكثير من المعلومات النظرية .

وقد تكون الطريقة الثالثة هى أقرب الطرق للكمال للتوصية بها فى إعداد الفنيين ولكنها كثيراً ما تصاب بالتعثر وذلك إذا ما سبقت الدراسات العملية تدريس المواد النظرية أو حدث العكس ، وهذه الطريقة تستوجب وجود تعاون دقيق بين المعهد والمصنع ليكون الإعداد موفقاً ومثمراً .

ويمكن القول بأن المستوى المطلوب من الفنيين قد استقر حالياً فى هيكل العمالة وأن النسبة المطلوبة منهم بالنسبة للمهندسين فى ازدياد مستمر ، ويمكن تقديرها وفقاً لنوع المهنة وتقدم النمو من بلد إلى آخر بنسبة تتفاوت ما بين (١ : ١) (١٠:١) بمتوسط (١ : ٣) .

وفيما يلى بعض مجالات إعداد الفنيين فى الخارج وما يمكن إدخاله منها إلى البلاد العربية :

(ا) المجالات المدنية والمعمارية :

١ — ترميم آثار .
٢ — أعمال الطرق والمطارات .
٣ — أعمال المحاجر
٤ — أعمال الماكينات .
٥ — الإسكان الريفى .
٦ — تنظيم المبانى .
٧ — حصر المبانى .
٨ — رسم الخرائط .

(ب) مجالات البترول :

١ — الحفر
٢ — الإنتاج .
٣ التكرير .
٤ — أعمال المواسير وصيانتها .
٥ — التعدين .
٦ — البلاستيك واللدائن .

(ح) الصناعات الهندسية :

١ — المطروقات .

٢ — القياس الدقيق .

٣ — أعمال الطباعة .

٤ — الماكينات الأوتوماتيكية .

٥ — هياكل ومحركات الطائرات .

٦ — السفن النهرية .

(ى) الصناعات الكيماوية :

١ — الوقود الجاف والغازات المولدة .

٢ — الفخاريات والحراريات .

٣ — المطاط الصناعى والمواد المرنة .

٤ — المواد العضوية .

٥ — المواد غير العضوية .

٦ — السليلوز والورق .

(ه) الصناعات الغذائية :

١ - إنتاج السكر وصناعة الحلوى .

٢ — صناعات الألبان .

٣ — صناعات اللحوم .

٤ — الأغذية المحفوظة .

٥ — الدقيق والعجائن .

٦ — الخمور .

(و) أعمال المناجم :

١ — معدات المناجم .

٢ — مساحة المناجم .

٣ — استخراج الفحم .

٤ الخامات الرسوبية .

٥ — الخامات الصناعية .

٦ — الغازات الطبيعية .

(ز) أعمال المعادن :

١ — إنتاج المعادن الحديدية .

٢ — إنتاج المعادن غير الحديدية .

٣ — تشكيل ودرفلة المعادن .

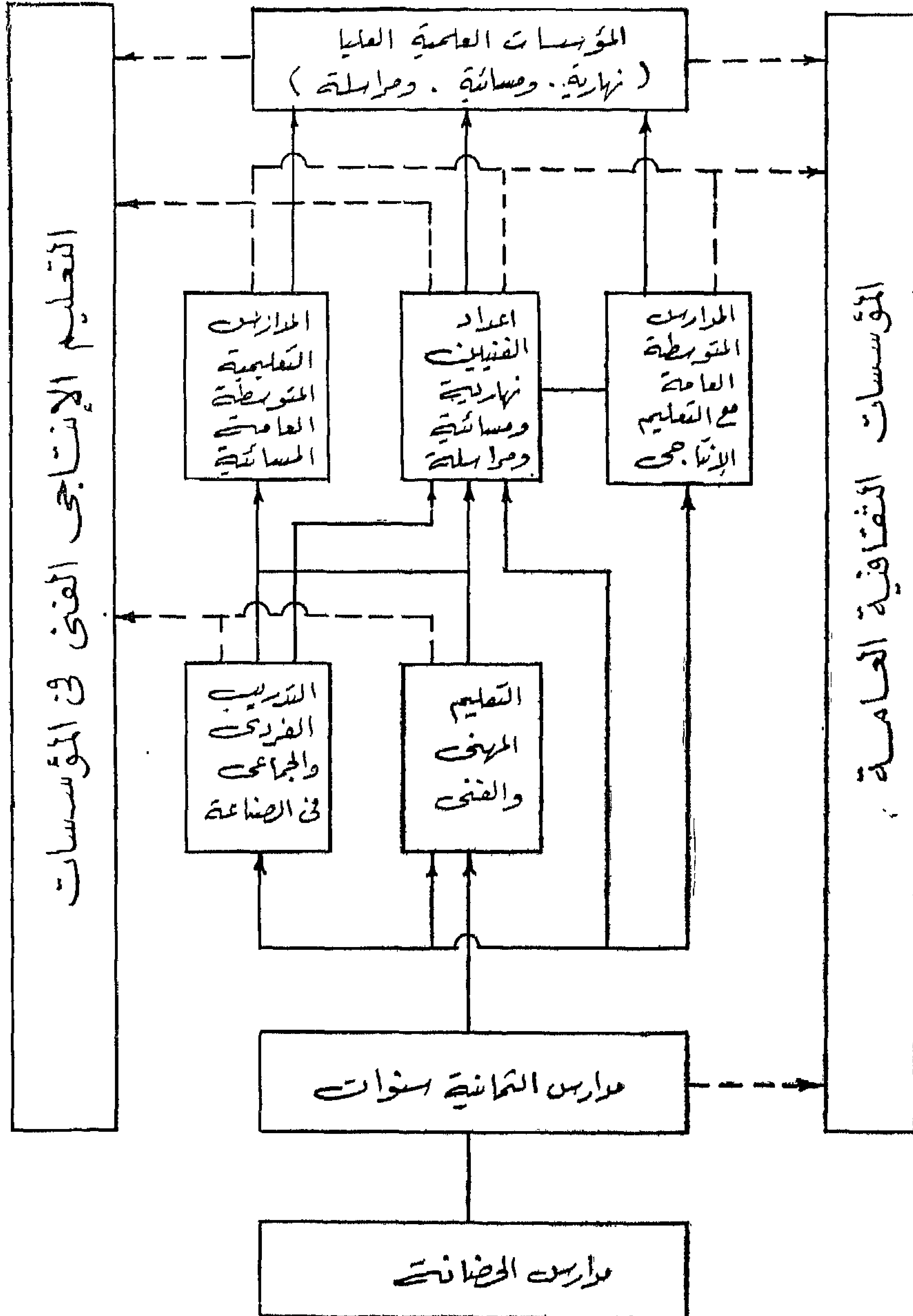
وتوضح الأشكال رقم (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤) ، (٥) السلم التعليمى المؤدى إلى دراسات إعداد المهندسين والفنيين فى كل من الجمهورية العربية المتحدة ، والاتحاد السوفيتى ، والولايات المتحدة الأمريكية ، وفرنسا ، وألمانيا الاتحادية .

ثالثاً ـ نظرة على بعض نظم واتجاهات التعليم الهندسى فى العالم :

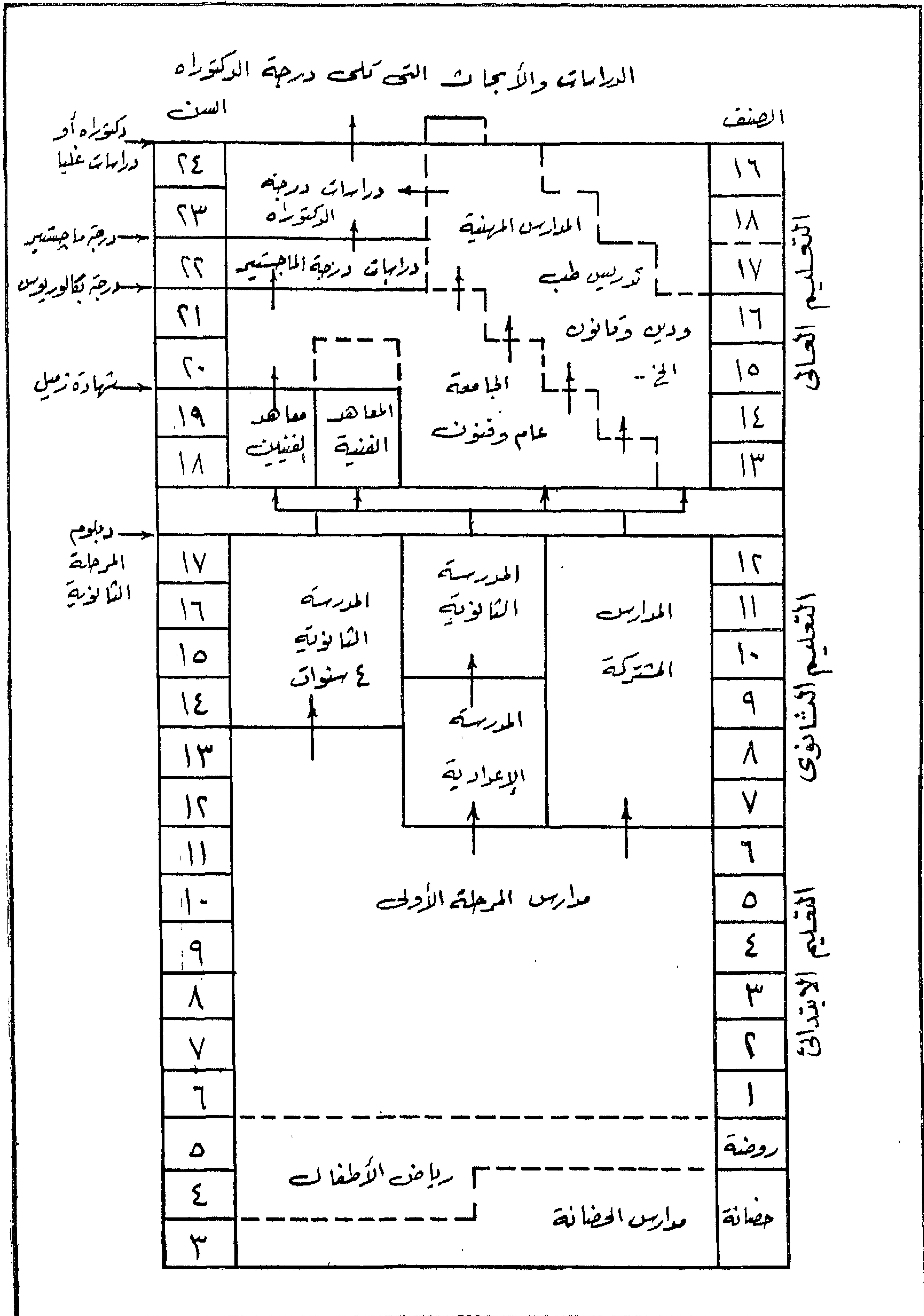
من الممكن أن نلقى الكثير من الضوء على بعض نظم واتجاهات التعليم الهندسى فى العالم بالاستعانة بالتقرير الخاص بأعمال المؤتمر الخامس عشر للتعليم الهندسى لهيئة اليونسكو الذى عقد فى باريس عام ١٩٦٨ . وفيما يلى بعض الحقائق الهامة التى أوردها التقرير .

١ — إن النشاط الهندسى فى العالم قد أخذ فى التوسع فى اتجاهين ، أحدهما نوعى والآخر كمى ، وقد خرج هذا الاتساع عن الإطار التقليدى للبحث والتطوير والإنتاج ليشمل التخطيط الاقتصادى وإدارة الأعمال والطب .

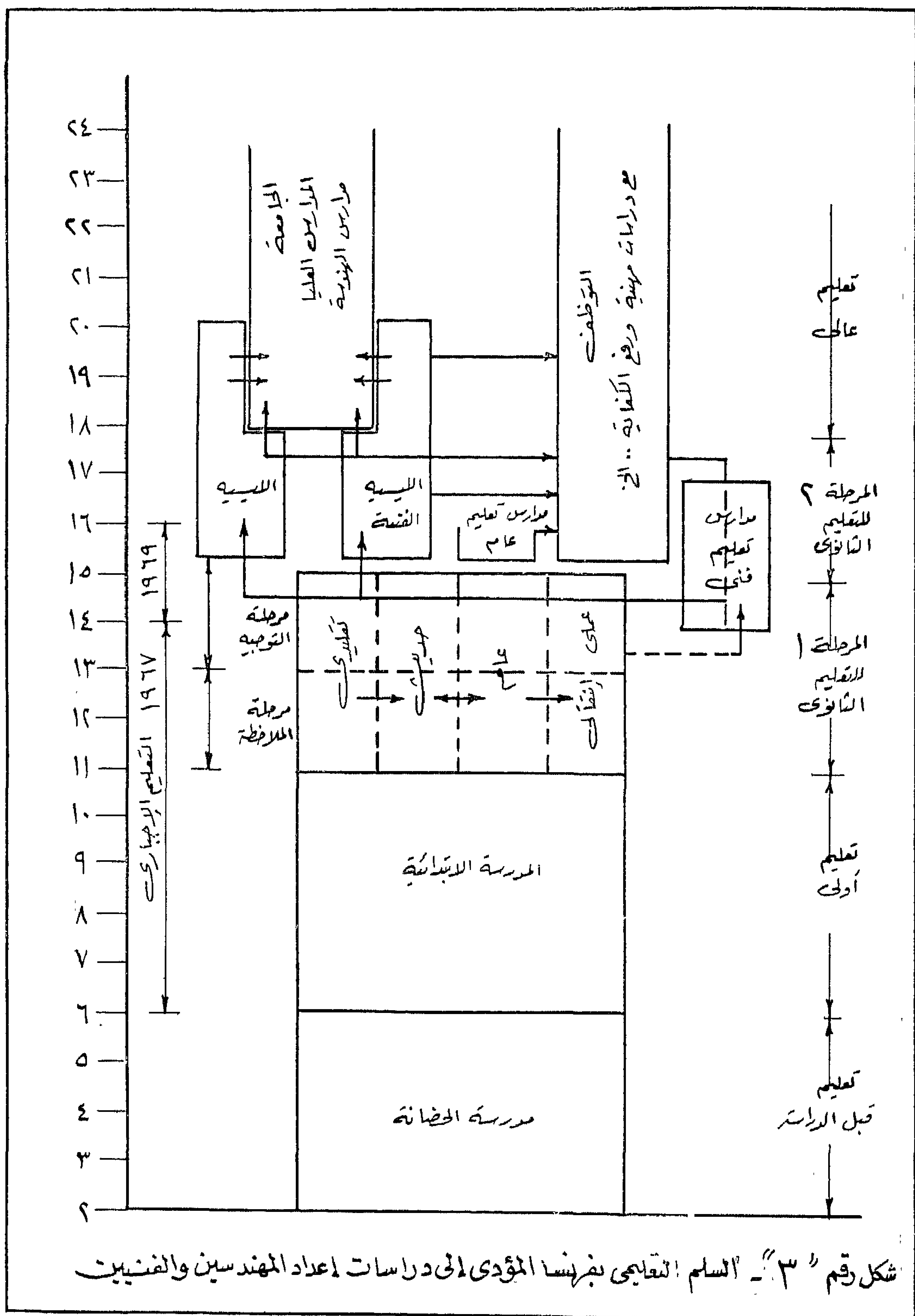
٢ - أنه إذا لم يصحب الزيادة المطردة فى إعداد المهندسين تطوير فى المناهج فسوف يؤدى هذا إلى العزوف عن استخدامهم ، ومن ثم إلى كارثة اقتصادية للمجتمع وصدمة نفسية للخريجين أنفسهم . ومن الضرورى أن يشمل هذا التطوير أيضاً للمهندسين الذين يعملون بالفعل ، إعمالا لمبدأ التعلم مدى الحياة المهنية على أن يتم ذلك بتعاون الكليات الجامعية مع الصناعة وبتنسيق الجهود بينهما .



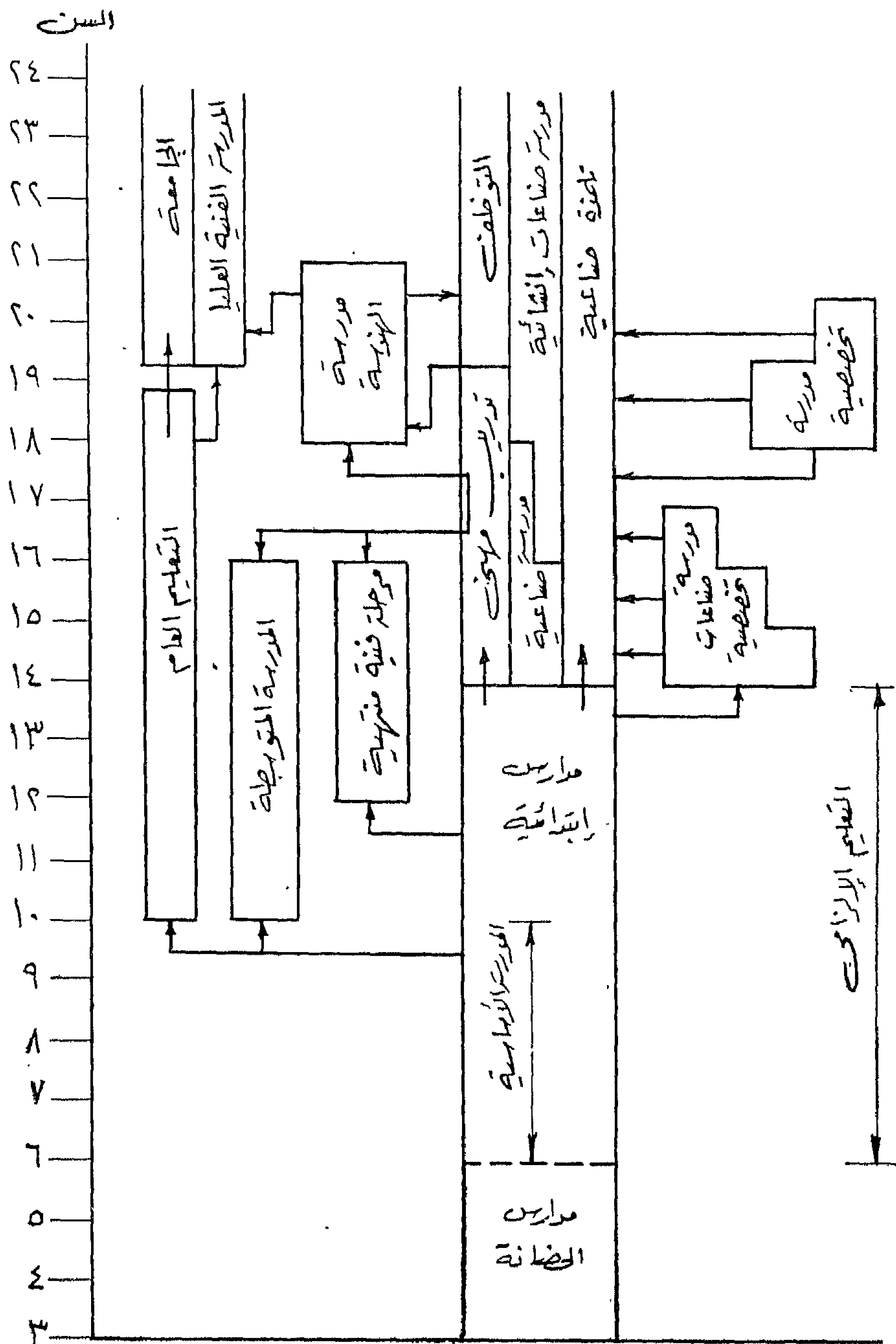
شكل رقم "١" - السلم التعليمى بالاتحاد السوفييتى المؤدى إلى دراسات إعداد المهندسين والفنيين



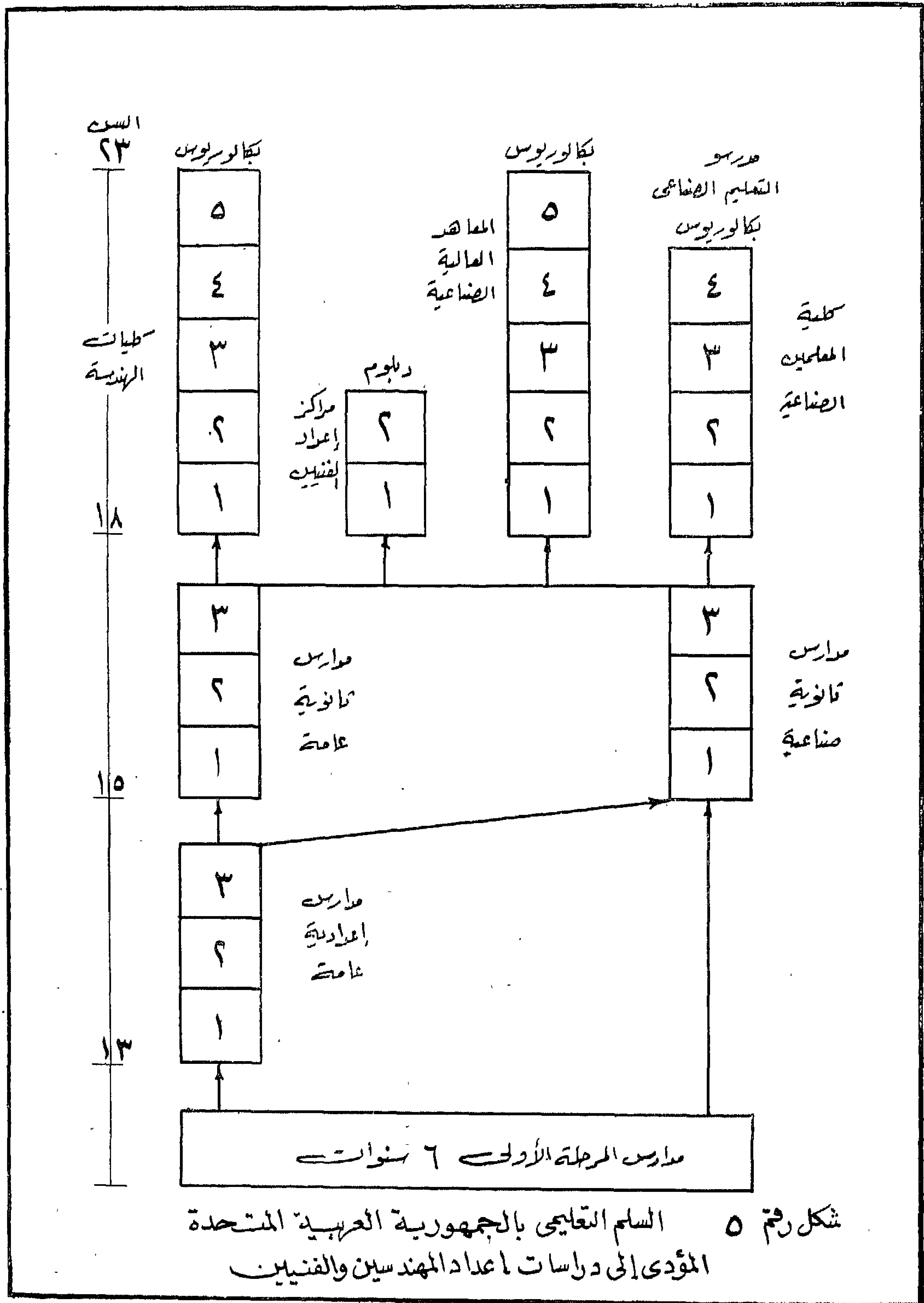
شكل رقم "٢١" - السلم التعليمى بالولايات المتحدة الأمريكية المؤدى لدراسات إعداد المهندسين والفنيين



شكل رقم "٣" - السلم التعليمى بفرنسا المؤدى الى دراسات اعداد المهندسين والفنيين



شكل رقم "٤" ـ السلم التعليمى بألمانيا الاتحادية المؤدى إلى دراسات إعداد المهندسين والفنيين



شكل رقم ٥ السلم التعليمى بالجمهورية العربية المتحدة المؤدى إلى دراسات إعداد المهندسين والفنيين

٣ — هناك حلول كثيرة للمشاكل المتصلة بعلاقة الجامعة بالصناعة ولموقف العزلة السائد حالياً ، ومن هذه الحلول التمرين داخل الصناعة وإجراء بحوث صناعية فى الجامعة ومساهمة رجال الصناعة فى التدريس بالجامعات مما يزيد من احتكاك الطلاب بالمهنيين واحترام الأكفاء منهم .

٤ — من الضرورى أن يصحب الكفاءة العلمية إحساس بالمسئولية الاجتماعية والاقتصادية ومن ثم كانت ضرورة الاهتمام بالعلوم الإنسانية وتطعيم المناهج العلمية بها .

٥ — العمل على تدعيم التقدم التكنولوجى للدول النامية حيث يعد ذلك بالنسبة لها مسألة حياة أوموت ، ومن الممكن أن يتم ذلك بتوجيه أعداد أكبر من الطلبة للتعليم الهندسى ، وبالمحافظة على الخريجين من المهندسين داخل بلدهم على أن تحافظ الدول النامية خلال هذا التوسع فى التعليم الهندسى على مستوى التعليم فيها مهما ارتفعت تكاليفه . وقد يساعد فى هذا السبيل إنشاء مراكز إقليمية للتعليم الهندسى واستخدام الوسائل التوضيحية السمعية والبصرية مع الاهتمام بالمعلم الممتاز .

١ ـ اتجاهات التعليم الهندسى فى الدول النامية :

من الممكن عرض بعض اتجاهات التعليم الهندسى فى الخارج على ضوء وجهات النظر التى عرضت فى مؤتمر التعليم الهندسى بباريس والذى عقد فى ديسمبر ١٩٦٨ .

وفيما يلى بعض الآراء التى عرضت :

ـ فيما يتعلق بالتعليم الهندسى بالبرازيل ، فقد تم تطوير هذا التعليم فى السنوات الأخيرة بالاستعانة بالخبرة الفرنسية فقد كانت برامج الدراسة تقليدية ومنفصلة عن واقع المجتمع كما كان الطلبة على وجه العموم إمكانيات بشرية معطلة ؛ وبتطوير الدراسة وتغير المقررات ، اتجه التعليم الهندسى وجهة جديدة محتفظاً بقاعدة راسخة من العلوم الأساسية وجعلت الدراسة لمدة خمس سنوات وازدادت صعوبة المقررات وارتفع مستواها وشملت السيبرنيات والطاقة النووية وعلم الفضاء .

وفى البرازيل اليوم ٤٠٠٠٠ مهندس من بين سكان البرازيل البالغ عددهم ٨٤ مليون مواطن أى بواقع ما يقرب من ٥٠٠ مهندس لكل مليون من السكان مقابل ٥٠٠٠ مهندس للمليون فى أمريكا ، ٢٠٠٠٠ مهندس للمليون فى الاتحاد السوفيتى ، وحوالى ١٠٠٠ مهندس للمليون فى الجمهورية العربية المتحدة .

ـ أشارت يوغسلافيا إلى اتجاهها لإشراك الطلبة فى إعداد نظام تعليمى أفضل فمع احترامنا لآراء الأساتذة والمربين الكبار ، فالشباب قد يأتى بأفكار جديدة ، كما أشارت يوغسلافيا أيضاً إلى سخط الشباب من الفنيين بسبب وقوف المجتمع فى وجه طموحهم وتقدمهم .

ـ وضحت فرنسا ضرورة دمج المهندس الزراعى فى إطار التعليم الهندسى ، كما أشارت إلى أن ما يميز الزراعى عن باقى المهندسين هو معرفته بالعلوم الحيوية التى تزداد أهميتها للجميع يوماً بعد يوم (والمقصود هنا بالمهندس الزراعى هو المشتغل بفنون زراعة الأرض وليس مهندس الآلات والمعدات المستخدمة فى الزراعة) .

ـ ظهور اتجاه يشير إلى عدم جدوى أية محاولات لنقل جزء من نظام التعليم الهندسى من دولة إلى دولة أخرى ، إذ أن تنوع العمل فى الدول المتقدمة لا وجود له فى الدول النامية ، لذلك يكون نقل النظام التعليمى من دولة متقدمة لأخرى نامية لا قيمة له لعدم توفر الهيكل الصناعى المكمل لهذا النوع من التعليم .

ـ من المشاكل الأساسية التى تواجه المهندس فى الدولة النامية اكتساب الخبرة والقدرة على جمع المعلومات ، ومنها أيضاً مواجهته فى سن مبكرة بالاعتبارات الاقتصادية الخطيرة التى تمس مستقبل بلده مساً مباشراً والتى لا مثيل لها بالنسبة للمهندس فى الدول المتقدمة ، هذا بالإضافة إلى الخلل الموجود فى هيكل العمالة وعدم توفر الفنيين .

ـ عرضت إسرائيل لنظام التعليم فيها . وقد جاء فيه أنه بأحد المعاهد الهندسية ما يقرب من ١٠٠٠ طالب ، وأن التعليم ينصب على الأساسيات ولا يهتم بالخبرة الجارية المتعارف عليها .

وتستغرق العلوم الأساسية	سنتين
والعلوم الهندسية	١ ٣/٤ سنة
والإنسانيات	أقل من نصف سنة
والعلوم التطبيقية	سنة

ويختار الطالب تخصصاً دون التعمق فيه وتترك الخبرة العملية للصناعة أى أنه لا توجد خطة للتدريب العملى داخل المعهد نفسه . ويتخصص الطالب بعد عمله فى الصناعة ويتم ذلك بالتحاقه بالجامعة للحصول على الماجستير التى تستغرق سنة مع التفرغ التام أو سنتين بدون تفرغ ، أما الدكتوراه ، فتقتصر على هؤلاء الذين سيستمرون فى العمل الأكاديمى .

ويقوم جميع الطلبة بتعلم استخدام الحاسب الالكترونى فى السنة الأولى من دراستهم كما أنه من الضرورى لهم أن يتقنوا إحدى اللغات الأجنبية .

— وقد أشارت روسيا إلى تجربة إشراك الطلبة المتفوقين فى القيام بالبحوث حيث يقضى هؤلاء حوالى ١٥٠ ساعة فى سنة التخرج فى المشاركة فى البحوث ، وقد نجحت تلك التجربة نجاحاً باهراً .

٣ ـ اتجاهات التعليم الهندسى فى البلدان الصناعية الكبرى :

تعرض التعليم الهندسى فى الولايات المتحدة الأمريكية إلى كثير من النقد بعد الحرب الأخيرة من داخل هيئة التعليم ومن خارجها . وقد أحدث هذا النقد تغييراً كبيراً ملموساً فى البرامج الهندسية يتميز باستبدال برامج المهارات العملية بمواضيع علمية نظرية وعلمية هندسية عن طريق إنقاص عدد الساعات المخصصة للرسم والهندسة الوصفية وإنقاص عدد الساعات المخصصة للورش والمعامل ، ورفع مستوى الرياضيات ، وزيادة عدد الساعات المخصصة للعلوم الأساسية وعلى الأخص الفيزياء مع إنقاص عدد ساعات التصميم ومواضيع التخصص .

وقد تم تقسيم المواضيع والعلوم التى يدرسها المهندسون للأقسام التالية :

١ — الرياضيات .

٢ — العلوم الأساسية كالفيزياء والكيمياء .

٣ — العلوم الهندسية ومن بينها الميكانيكا ومقاومة المواد وميكانيكا الموائع وخواص المواد الهندسية وانتقال الحرارة .

٤ — مواضيع التصميم والتطبيقات الهندسية .

٥ — العلوم الاجتماعية والانسانية .

على أن تشكل الرياضيات والعلوم الأساسية والعلوم من نصف إلى ثلاثة أرباع البرنامج الإجمالى ، وأن تشكل مواضيع التصميم من ثمن إلى ربع البرنامج على أن تشكل العلوم الاجتماعية والإنسانية ما يتبقى من ذلك .

وقد أصبح واضحاً لدى اللجان العديدة التى تشكلت فى الولايات المتحدة لدراسة برامج التعليم الهندسى أن المجتمع الصناعى أصبح فى حاجة إلى أنواع عديدة من الأشخاص المدربين تدريباً فنياً ، لا سيما وأن احتياجات جديدة تنشأ باستمرار بسبب تعقد الحياة التكنولوجية وبسبب الاكتشافات العلمية وازدياد المسئوليات الملقاة على عاتق المهندسين ومن المنتظر أن يرتفع معدل التخرج السنوى ليصل فى عام ١٩٧٦ إلى ٧٥٠٠٠ مهندساً حاملا لدرجة البكالوريوس ، ٤٠٠٠٠ حاملا لدرجة الماجستير ، ٦٠٠٠ حاملا لدرجة الدكتوراه ومن المحتمل أن تقوم بعض المعاهد

التى لا تمنح درجة الدكتوراه فى الهندسة حالياً بمنحها عام ١٩٨٦ ، وبذلك تتسع البرامج الحالية اتساعاً مطرداً مما يستدعى بالتالى زيادة الدعم المالى لكليات الأبحاث الهندسية والذى كان ١٦٠ مليون دولار عام ١٩٦٣ ، ويقدر بحوالى ٧٠٠ مليون دولار فى عام ١٩٧٦ .

وقد أدى التعديل الكبير فى البرامج والتوسع فيها إلى جعل برامج التعليم الهندسى فى الولايات المتحدة تختلف باختلاف الكليات فكل منها يقوم بتخريج نوع من المهندسين أو الفنيين اللازمين للاقتصاد الأمريكى . ويمكننا هنا أن نقسم المناهج فى جامعات الدرجة الأولى إلى نوعين رئيسيين :

١ — المناهج التى تهدف إلى تمكين الطالب من ممارسة مهنة الهندسة بعد تخرجه مباشرة .

٢ — المناهج التى تهيىء الطالب للدراسات العليا والبحث العلمى .

ولقد ظهر اتجاه فى بعض الجامعات الهندسية الى تدريس نوعين من المناهج ، أولهما منهاج مهنى لمن يرغبون فى ممارسة المهنة مباشرة بعد التخرج ، والثانى منهاج علمى لمن يرغبون فى متابعة الدراسة العليا . وفى الوقت الذى تعمل فيه بعض الجامعات والمعاهد على تقديم هذين النوعين من المناهج مثل معهد (M.I.T.) نجد أن معظم الكليات الأخرى تبنت نوعاً واحداً فقط . وتجرى الآن محاولات مستمرة لوضع سياسة تعليمية تحقق هذين الهدفين فى آن واحد .

وتتجه محاولات الجامعات الأمريكية المعروفة الى جعل شهادة البكالوريوس شهادة علمية تحضيرية تسبق الشهادة الهندسية الأولى وهى شهادة الماجستير، وسوف تشبه دراسة الهندسة فى هذه الحالة دراسة الطب التى تتألف من مرحلة تحضيرية (Pre-Clinical) ومرحلة تخصص (Clinical) وبالرغم من أن برنامج السنوات الأربع لتخريج المهندسين قد لا يختفى من بعض الجامعات الا أنه من المنتظر أن تقل فرص العمل لخريجى هذه البرامج تدريجياً .

ويقترح البعض أن يتم توجيه المهندسين إلى البحث العلمى أو إلى ممارسة المهنة فى مرحلة الماجستير على أن تعنى التجزئة الزيادة لا النقص فى المقررات . وبحيث يستطيع الراغبون فى البحث العلمى تلقى المزيد من العلوم النظرية والعلوم الهندسية والوصول إلى مستوى الدكتوراه خلال ٣ — ٤ سنوات .

ومن أشهر التغييرات الجذرية التى حدثت فى إحدى المدارس الهندسية الشهيرة فى أمريكا تلك التجربة التى قام بها معهد « رانسلير التكنولوجى » فقد تألفت فى رانسلير منذ عدة سنوات لجنة لدراسة متطلبات المهنة ، فلاحظت أولا اتساع مجال الأنشطة الهندسية ضمن التخصص الواحد، ولاحظت ثانياً أن هذا المجال يتغير بمعدل كبير ، وأن هناك تداخلا مستمراً ومتزايداً بين فروع الاختصاصات التقليدية ، كما ظهرت ضرورة مواجهة مشكلة التقادم السريع للمعلومات والتى أصبحت مشكلة حرجة وملحة . كما وجدت اللجنة التى لا بد لمهنة الهندسة من توليها فى المجتمع ألا وهى التكنولوجيا .

وقد أحدثت « رانسلير » تغييراً جذرياً فى البرامج الدراسية يستند إلى الأسس التالية :

١ — جعل الهدف الأساسى من البكالوريوس بالنسبة لطالب الهندسة هو الحصول على الثقافة العلمية الأساسية العريضة .

٢ — أصبح التعليم الذى يسبق التعليم الهندسى مختلفاً عن التعليم الهندسى المهنى وبحيث لا يسمح للطالب بدخول الدراسة الهندسية المهنية بعد انتهائه من الدراسة المسبقة إلا إذا أظهر استعداداً خاصاً لكى يصبح مهندساً ناجحاً .

وبموجب النظام الجديد أصبح الطلبة يدرسون برنامجاً مسبقاً يستمر لثلاث سنوات وفى نهاية هذه المدة يختار الطالب أحد طريقين :

(ا) إما أن يحاول دخول المدرسة المهنية ، والشهادة الأولى فى هذه المدرسة هى شهادة الماجستير ويحصل عليها بعد سنتين .

(ب) وإذا فشل فى دخول المدرسة المهنية فإنه يدرس سنة رابعة فى مدرسة الدراسة العلمية المسبقة ويحصل على شهادة بكالوريوس فى العلوم ولا يعتبر حامل هذه الشهادة مهندساً .

أما طلبة المدرسة المهنية فيخيرون بعد سنة من الدراسة فى المدرسة فى سلوك أحد سبيلين :

١ — سبيل مهنى يمكنهم عند اللزوم من الحصول على شهادة الدكتوراه فى الهندسة بعد شهادة الماجستير .

٢ — سبيل البحث العلمى ويمكنهم من متابعة البحث بعد الماجستير للحصول على شهادة الدكتوراه فى الفلسفة .

ويبدو أن الاتجاه الآن فى كثير من الكليات الهندسية إلى أن تحذو حذو « معهد رانسلير التكنولوجى » لجعل شهادة البكالوريوس شهادة علمية تحضيرية سابقة للشهادة المهنية الأولى وهى شهادة الماجستير .

٣ — مستقبل الأقسام التقليدية :

هناك تساؤل بدأ يظهر فى بعض الجامعات المعروفة حول ما إذا كانت الأقسام التقليدية كالهندسة المدنية والميكانيكية والكهربية قد أصبحت قديمة ، وعما إذا كان وجود هذه الدوائر التقليدية يمنع من تدريس برنامج علمى هندسى مشترك .

وينادى البعض بالتقليل من الحدود والفروق بين الفروع الهندسية التقليدية مع توخى المرونة فى البرامج بين الفروع فى الكلية الواحدة وإبقاء التسميات الحالية قائمة لأسباب إدارية فقط بشرط أن يتحرر الطالب من ضرورة الانتماء أو القيد فى أى منها ويصبح قادراً على تخطيط برنامجه بين الفروع المختلفة بما يناسب ميوله وبما يتلاءم مع حاجة البلاد ولقد نشأت بالفعل فى بعض الجامعات دراسات هندسية مشتركة بين الدوائر التقيدية مثل هندسة تحويل الطاقة (Energy Conversion) .

وبالرغم من أنه لم تقم أية كلية حتى الآن بإزالة الحدود تماماً على مستوى الشهادة الأولى إلا أن مدرستين أو ثلاث قد ساروا فى هذا الاتجاه . وقد لا يحدث تغيير جذرى فى التسميات القديمة فى القريب العاجل غير أن هذا التغيير سيحدث حتماً فى المستقبل .

وتلاقى الآن ما تسمى بهندســة الأنظمة والجمل (Systems Engineering) اهتماماً متزايداً فى الكليات والجامعات المختلفة كما أن هناك اهتماماً يتزايد يوماً بعد يوم بالمواضيع التالية :

— الهندسة البيولوجية (Bis Engineering)

— علوم المواد (Engineering Materials Science)

— هندسة الفضاء (Aerospace Engineering)

وقد أولت بعض الكليات المعروفة اهتماماً خاصاً بهذه الاختصاصات الجديدة كما قامت بإنشاء شهادة بكالوريوس فى العلوم التحضيرية تسبق التخصص فى المواضيع السالفة الذكر وتشتمل برامج ومواضيع الدراسة التحضيرية على علم الأحياء (البيولوجيا) شأنه فى ذلك شأن الرياضيات والفيزياء وبذلك تزداد الصلة بين الأبحاث الطبية والهندسية قوة ووثوقاً فيقوم مهندسون بالتدريس فى كليات الطب وأطباء بالتدريس فى كليات الهندسة . كما أن هناك أبحاثاً مشتركة يقوم بها أساتذة فى الهندسة والطب جنباً إلى جنب .

٤ - قرارات وتوصيات مؤتمر التعليم الهندسى بباريس (ديسمبر ١٩٦٨) :

كان نتيجة لمؤتمر التعليم الهندسى الذى عقد بباريس لمناقشة الاتجاهات الحديثة فى تعليم وتدريب المهندسين ، أن أمكن التوصل للقرارات والتوصيات التالية :

(١) يتحدد هيكل التعليم الهندسى فى أية دولة طبقاً لمستوى التطور الصناعى والموارد الاقتصادية واحتياجات البلاد من الطلاب . ويهم هذا الأمر الدول النامية بوجه خاص حيث يعد التعليم الكفء عامل جوهرى فى تطويرها وتقدمها .

(٢) تقتضى سرعة التقدم التكنولوجى الاهتمام بالدراسات العليا ، وتأكيد دور البحوث الأساسية فى برامج التعليم ، إلى جانب الاهتمام بالبرامج الخاصة بمداومة تعليم المهندسين طوال حياتهم المهنية .

(٣) الاهتمام بالوسائل التوضيحية الحديثة كالمعينات السمعية والبصرية والحاسبات الألكترونية .

(٤) الاهتمام بالمشروعات باعتبارها وسيلة هامة للتعليم الهندسى إذ أنها تتيح للطالب فرصة الاحتكاك المباشر بواقع النشاط الصناعى العلمى ومشاكله .

(٥) ضرورة اشتمال المقررات على الدراسات والمشروعات التجريبية والنظرية التى تؤكد أهمية التصميم الخلاق ، بالإضافة إلى الدراسات الاجتماعية والاقتصادية وإدارة الأعمال ، مع إدراك أهمية تغلغل الرياضيات والعلوم فى كل مستويات التحليل والتصميم الهندسى .

(٦) من المرغوب فيه إنشاء مراكز دولية مستقلة لتدريب وتبادل أساتذة الهندسة ومدرسيها بغرض خدمة احتياجات الدول النامية والصغيرة .

(٧) ضرورة تكوين هيئة ، لها من الأساليب والوسائل الخاصة ما يمكنها من نشر معلومات التقدم والتطور فى أساليب التعليم والمعرفة من المقررات والمناهج ونظم المعاهد على نطاق أوسع بكثير مما يجرى حالياً .

(٨) يجب أن يأخذ التعليم الهندسى فى الاعتبار مستقبلا زيادة مسئوليات المهندس فى المجتمع ، ويستدعى ذلك اللجوء لتعليم أفسح أفقاً وتوجيهاً فى الانسانيات والعلوم الاجتماعية والاقتصادية والحيوية ، على ألا يحدث ذلك على حساب خلفية الطالب فى العلوم الأساسية ، كما يجب أن يؤخذ فى الاعتبار حاجة المهندسين إلى العلوم الإدارية .

(٩) يجب أن تتعاون الجمعيات الهندسية والصناعية جنباً إلى جنب مع التعليم الثانوى لتقديم المعلومات عن فرص العمل فى الهندسة والتوجيه إليها ومواصلة هذا التوجيه لطلبة التعليم الهندسى العالى .

(١٠) يجب تشجيع المرأة للالتحاق بالتعليم الهندسى وتيسير اشتغالها بالمهنة لتحقيق كامل إمكانياتها فى هذا المجال .

(١١) يجب ألا يحرم أى طالب صالح للتعليم الهندسى من هذا التعليم بسبب موارده المالية .

(١٢) يجب تشجيع توسع الجامعات الحالية غير المركزة فى مكان واحد لتتيح فرصاً إضافية للتعليم كلما كان ذلك أمراً مرغوباً فيه لتغطية احتياجات البلاد .

رابعاً — دراسة مقارنة لخطط الدراسة فى بعض الجامعات الأجنبية :

نعرض هنا خططاً للدراسة فى بعض الجامعات الأجنبية فيوضح الجدول رقم(١) دراسة مقارنة لعدد سنوات وساعات الدراسة فى بعض جامعات أوربا وأمريكا ومنه يتضح التباين الكبير فى عدد سنين الدراسة الذى يتراوح بين سنتين فى جامعة (كمبردج) وخمس سنوات فى جامعات (زيورخ وآخن ودلفت) ، كما أن العدد الكلى لساعات الدراسة يتراوح بين ١١٠٠ فى جامعة كمبردج وحوالى أربعة أمثال هذا العدد أو بالتحديد ٤٠٣٠ ساعة فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا .

وبفحص الخطط التفصيلية للدراسة فى جامعتى بردو وكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية [الجدولان (٢) ، (٣)] ، كذا فى جامعتى ستوتجارت وبرلين بألمانيا الغربية كما فى [الجدولين (٤) ، (٥) ، نجد أن هناك تبايناً واضحاً بين هذه الخطط من حيث الاتجاهات التعليمية العامة إذ يبدو أن الجامعات الأمريكية تهتم اهتماماً كبيراً بالعلوم الإنسانية حيث تصل نسبتها فى المتوسط : (أى لسنى الدراسة مجتمعة) إلى حوالى ٢٧٪ فى خطط الدراسة المشار إليها ، فى الوقت الذى لا تكاد تهتم فيه الجامعات الألمانية بهذه العلوم ، كما يتضح أن الجامعات الألمانية تفرد اهتماماً أكبر من الجامعات الأمريكية لمجموعة التطبيقات الهندسية حيث تصل نسبتها فى المتوسط إلى ٥٥٫٦٪ فى جامعة شتوتجارت ، فى حين أن هذه النسبة لا تزيد عن نصف هذا القدر فى الجامعات الأمريكية .

جدول رقم (١)

خطة الدراسة فى بعض جامعات أوروبا وأمريكا

	متوسط عدد ساعات الدراسة فى السنة	متوسط عدد ساعات الدراسة فى السنة	العدد الكلى لساعات الدراسة	عدد سنوات الدراسة	جامعة
Birmingham	١٠٫٦	٦١٧	١٨٥٠	٣	برمنجهام
Imperial College	٢١٫١	٦٣٣	١٩٠٠	٣	الكلية الأمبراطورية
M.I.T.	١٩٫٢	٥٧٥	٢٣٠٠	٤	ماساشوستس
Purdue	٢٤	٧٢٠	٢٨٨٠	٤	بردو
Delft	٢٢	٦٦٠	٣٣٠٠	٥	دلفت
Aachen	٢٣٫٣	٧٠٠	٣٥٠٠	٥	آخن
Zurich	٢٦	٧٨٠	٣٩٠٠	٥	زيوريخ
T.H. Stuttgart	٢٨	٨٤٠	٣٣٦٠ + المشروع ٣ — ٦ شهور	٤٫٥	شتوتجارت
California Inst. of Technology	٣٣٫٦	١٠٠٨	٤٠٣٠	٤	كاليفورنيا

جدول رقم (٢)

خطة الدراسة بمدرسة الهندسة الميكانيكية بجامعة بردو لعام ١٩٦٢/١٩٦٣

(Purdue University, School of Mech. Eng.)

بيان	مواد الدراسة	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً				مجموع عدد الساعات في الأسبوع		النسبة المئوية لمجموع المواد
		السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة			
علوم إنسانية	أدب لغة	٣	٠٠	٠٠	٠٠	٣	٢٣	٪٢٣٫٧
	علوم إنسانية	٦	٣	٣	٣	١٥		
	تربية عسكرية	٢أو٣	٢أو٣	٠٠	٠٠	٤أو٦		
علوم أساسية	رياضيات	٥	٥	٠٠	٠٠	١٠	٢٩	٪٢٠٫٩
	ميكانيكا	٠٠	٤	٠٠	٠٠	٤		
	فيزياء	٢	٢٫٥	٠٠	٢٫٥	٧		
	كيمياء عامة	٤	٠٠	٠٠	٠٠	٤		
	هندسة وصفية	١٫٥	٠٠	٠٠	٠٠	١٫٥		
	نظرية تحكم	٠٠	٠٠	٠٠	٢٫٥	٢٫٥		
علوم هندسية	مواد هندسية	٠٠	٠٠	٠٠	٢٫٥	٢٫٥	٢٤٫٥	٪٢٥٫٢٥
	ميكانيكا الجوامد	٠٠	٠٠	٣	٠٠	٣		
	ميكانيكا الموائع	٠٠	٠٠	٢	٠٠	٢		
	ديناميكا حرارية	٠٠	٢٫٥	٢٫٥	٠٠	٥		
	انتقال حرارة	٠٠	٠٠	٣	٠٠	٣		
	دوائر كهربية	٠٠	٥	٠٠	٠٠	٥		
	الكترونات	٠٠	٠٠	٢	٠٠	٢		
	تحليل هندسي	٠٠	٠٠	٢	٠٠	٢		
تطبيقات هندسية	مقدمة هندسية	٠٫٥	٠٠	٠٠	٠٠	٠٫٥	٢٠٫٥	٪٢١٫١٥
	مهنة هندسية	٠٠	٠٠	٠٠	١٫٥	١٫٥		
	تصميم الماكينات	٠٠	٠٠	٤	٥	٩		
	أساليب إنتاج	٠٠	٠٠	٠٠	٢٫٥	٢٫٥		
	قياسات	٠٠	٠٠	٢٫٥	٠٠	٢٫٥		
	تطبيقات هندسية (بالاختيار)	٠٠	٠٠	٠٠	٢٫٥	٤٫٥		
	المجموع	٢٤٫٤	٢٤٫٥	٢٤	٢٤	٩٧		٪١٠٠

جدول رقم (٣)

خطة الدراسة بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا

(California Institute Of Technology)

	مواد الدراسة	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً: السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	مجموع عدد ساعات الدراسة في الأسبوع		النسبة المئوية لمجموعة المواد
علوم إنسانية	لغة إنجليزية	٤	٠٠	٠٠	٠٠	٤	٣٥ر٦	٢٦ر٥٪
	تاريخ الحضارة الأوربية	٣	٠٠	٠٠	٠٠	٣		
	تاريخ الولايات المتحدة	٠٠	٤	٠٠	٠٠	٤		
	أصول الاقتصاد	٠٠	٤	٠٠	٠٠	٤		
	أدب	٠٠	٠٠	٣ر٥	٠٠	٣ر٥		
	علوم إنسانية	٠٠	٠٠	٠٠	٦	٦		
	أحوال عامة	٠٠	٠٠	٠٠	١ر٣	١ر٣		
	تربية بدنية	٢	٢	٢	٢	٨		
علوم أساسية	رياضيات	٨	٨	٦	٠٠	٢٢	٤٨ر٧	٣٦ر٢٥٪
	ميكانيكا	٤	٠٠	٢	٠٠	٦		
	فيزياء	٤	٨	٠٠	٠٠	١٢		
	كيمياء عامة	٨	٠٠	٠٠	٠٠	٨		
	هندسة وصفية	٠ر٧	٠٠	٠٠	٠٠	٠ر٧		
علوم هندسية	مقاومة مواد	٠٠	٠٠	٤	٠٠	٤	٢٦ر٣	١٩ر٥٥٪
	اختبار مواد	٠٠	٠٠	٠٠	١ر١	١ر٣		
	ديناميكا	٠٠	٠٠	٠٠	٤	٤		
	ميكانيكا الموائع	٠٠	٠٠	٢	١ر٣	٣ر٣		
	ميتالورجيا فيزيائية	٠٠	٠٠	٠٠	٢ر٧	٢ر٧		
	ديناميكا حرارية	٠٠	٠٠	٥	٤	٩		
	علم اختياري	٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	٢		
تطبيقات هندسية	تصميم الماكينات	٠٠	٢	٠٠	٦	٨	٢٣ر٨	١٧ر٧٪
	مواد وأساليب	٠٠	٢	٠٠	٠٠	٢		
	معمل ميكانيكي	٠٠	٠٠	٠٠	٢	٢		
	أيدروأوليكا	٠٠	٠٠	٠٠	٢	٢		
	هندسة كهربية	٠٠	٠٠	٧ر٣	٠٠	٧ر٣		
	تنظيم صناعي أو قانون هندسي	٠٠	١ر٥	٠٠	٠٠	١ر٥		
	مؤتمر هندسي	٠٠	٠٠	٠٠	١	١		
	المجموع	٣٣ر٧	٣٣ر٥	٣٣ر٦	٣٣ر٦		١٣٤ر٤	١٠٠٪

جدول رقم (٤)

خطة الدراسة بمدرسة الهندسة العليا بشتوتجارت لعام ١٩٦٤ - ١٩٦٥

(TECHNISCHE HOCHSCHULE STUTTGART)

	مواد الدراسة	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً				مجموع ساعات الدراسة فى الأسبوع		النسبة المئوية لمجموع المواد
		المرحلة الأولى Diplom Vorprufung		المرحلة الثانية Dipl. Hauptprufung				
		السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة			
علوم إنسانية	قانون	٠٠	١	٠٠	٠٠	١	٢	١ر٨٪
	اقتصاد	٠٠	١	٠٠	٠٠	١		
العلوم الأساسية	رياضيات	٧ر٥	٢ر٥	٠٠	٠٠	١٠	٢٠	١٧ر٩٥٪
	فيزياء	٣	٣	٠٠	٠٠	٦		
	كيمياء	٠٠	٢	٠٠	٠٠	٢		
	هندسية وصفية	٢	٠٠	٠٠	٠٠	٢		
العلوم الهندسية	مقاومة مواد	١	٠٠	١ر٥	٠٠	٢ر٥	٢٧ر٥	٢٤ر٧٥٪
	ميكانيكا هندسية	٥	٤	٠٠	٠٠	٩		
	ميكانيكا الموائع	٠٠	٠٠	١ر٥	٠٠	١ر٥		
	فلزات (ميتالورجيا)	٢ر٥	٠٠	٠٠	٠٠	١ر٥		
	ديناميكا حرارية	٠٠	٢ر٥	١ر٥	٠٠	٤		
	علم اختيارى	٠٠	٠٠	١ر٥	٣	٤ر٥		
	كهرباء	١	٢ر٥	٠٠	٠٠	٣ر٥		
التطبيقات الهندسية	إنشاء وتصميم الماكينات	٦	٩	٠٠	٠٠	١٥	٦٢	٥٥ر٦٪
	هندسة إنتاج	٤	٠٠	١	١	٦		
	معمل ماكينات	٠٠	٠٠	٣	٠٠	٥		
	مواد تخصص تطبيقية (مجموعتان)	٠٠	٠٠	١٥	٢١	٣٦		
	المشروع	٠٠	٠٠	٠٠	٣ — ٦ شهور	المشروع		
	المجموع	٣٢	٢٩ر٥	٢٥	٢٥	١١١ر٥		١٠٠٪

جدول رقم (٥)

خطة الدراسة فى المرحلة الأولى (Diplom-Vorprufung)
بكلية الهندسة الميكانيكية بجامعة برلين الفنية لعام ١٩٦٣ – ١٩٦٤
(Technische Universitat Berlin, W. Germany)

	مواد دراسية	عدد ساعات الدراسة أسبوعياً			مجموع عدد ساعات الدراسة فى الأسبوع		النسبة المئوية لمجموع المواد
		السنة الأولى	السنة الثانية	نصف السنة الثالثة			
علوم أساسية	رياضيات	٦	٥	٠٠	١١	٣٣,٥	٤٨,٩٪
	ميكانيكا	٦	٦	٠٠	١٢		
	فيزياء	٤	٢	٠٠	٦		
	كيمياء غير عضوية	١,٥	٠٠	٠٠	١,٥		
	كيمياء عضوية	١	٠٠	٠٠	١		
	هندسة وصفية	٢	٠٠	٠٠	١		
علوم هندسية	مواد هندسية	١	٤	٢	٧	١٥,٥	٢٢,٦٤٪
	ديناميكا حرارية	٠٠	٢	٣	٥		
	نظريات كهربية	١	١,٥	٠٠	٣,٥		
تطبيقات هندسية	تصميم الماكينات	١	٧	٦	١٣	١٩,٥	٢٨,٤٦٪
	هندسة ميكانيكية	٣,٥	٠٠	٠٠	٣,٥		
	معمل ماكينات	٠٠	٠	٣	٣		
	المجموع	٢٧	٢٧,٥	١٤		٦٨,٥	١٠٠٪

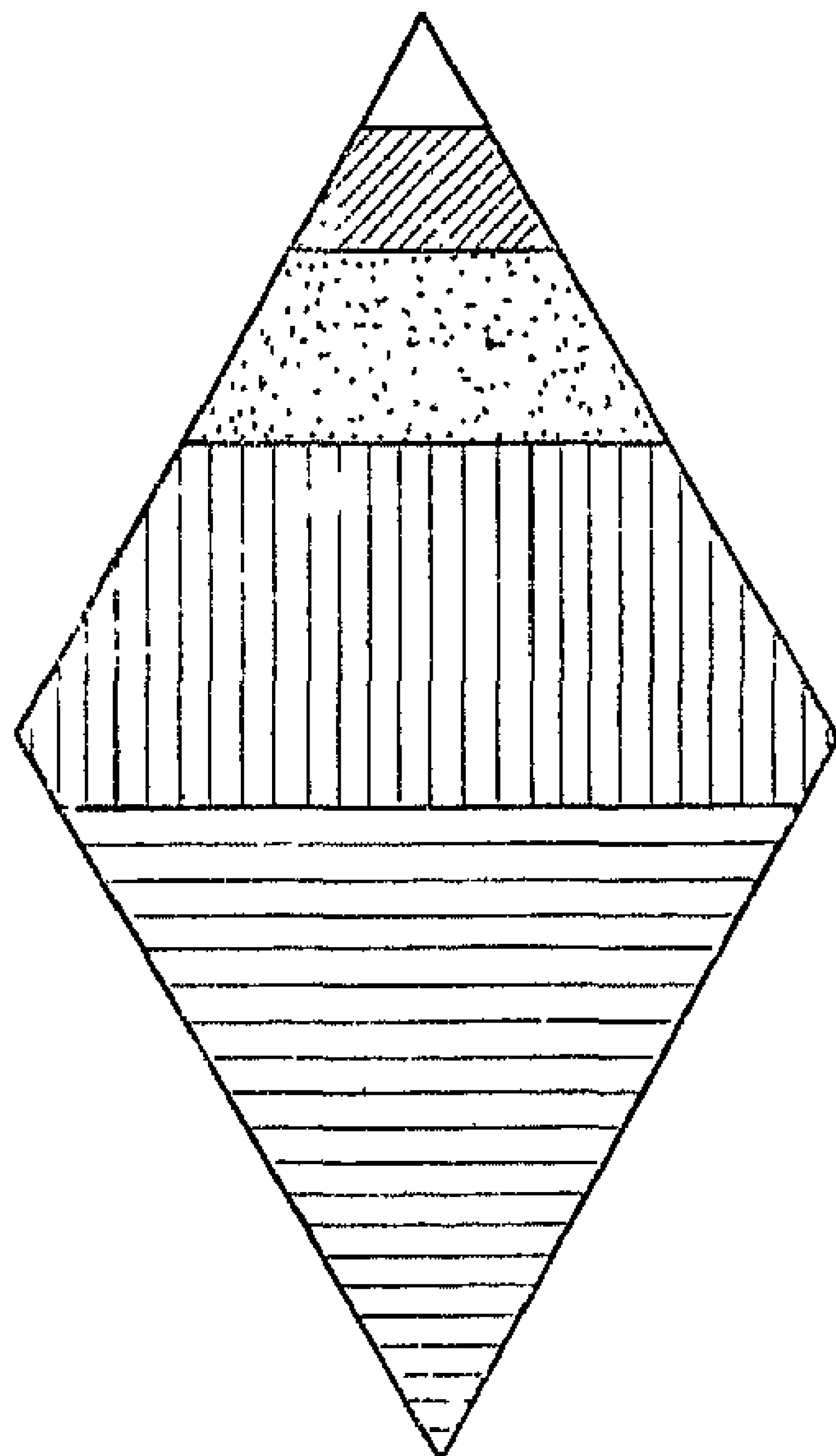
ملحوظة :

تشمل الدراسة فى المرحلة الثانية وهى مرحلة الدبلوم ، على مواد دراسية متخصصة فى مجالات كثيرة كتوليد القدرة ، ومعدات النقل ، والسكك الحديدية ، وهندسة الإنتاج ، والمواد الهندسية Engineering Materials ومعدات نقل القدرة ، والتدفئة والتبريد والإدارة الصناعية ومعدات التداول والرفع وغيرها وتمتد الدراسة فى هذه المرحلة لفترة ٢,٥ سنة دراسية .

جدول رقم (٦)

دراسة مقارنة للنسب المئوية المتوسطة لمجموعات المواد فى بعض خطط الدراسة

خطـة الدراسـة	مجموعـة العلوم الإنسانية	مجموعـة العلوم الأساسية	مجموعـة العلوم الهندسية	مجموعـة التطبيقات الهندسية
جامعـة بردو « جدول رقم ٢ »	٢٣٫٧٪	٢٩٫٩٪	٢٥٫٢٥٪	٢١٫١٥٪
معهد كليفورنيا للتكنولوجيا « جدول رقم ٣ »	٢٦٫٥٪	٣٦٫٢٥٪	١٩٫٥٥٪	١٧٫٧٪
مدرسة الهندسة العليا بشتوتجارت « جدول رقم ٤ »	١٫٨ ٪	١٧٫٩٥٪	٢٤٫٦٥٪	٥٥٫٦٪
كلية الهندسة الميكانيكية ببرلين « جدول رقم ٥ »	صفر ٪	٤٨٫٩٪	٢٢٫٦٤٪	٢٨٫٤٦٪
خطة الدراسـة المقترحة « جدول رقم ٦ »	٨٫٦٥٪	٢٧٫٥٥٪	٢٧٫٠٨٪	٣٦٫٧٢٪



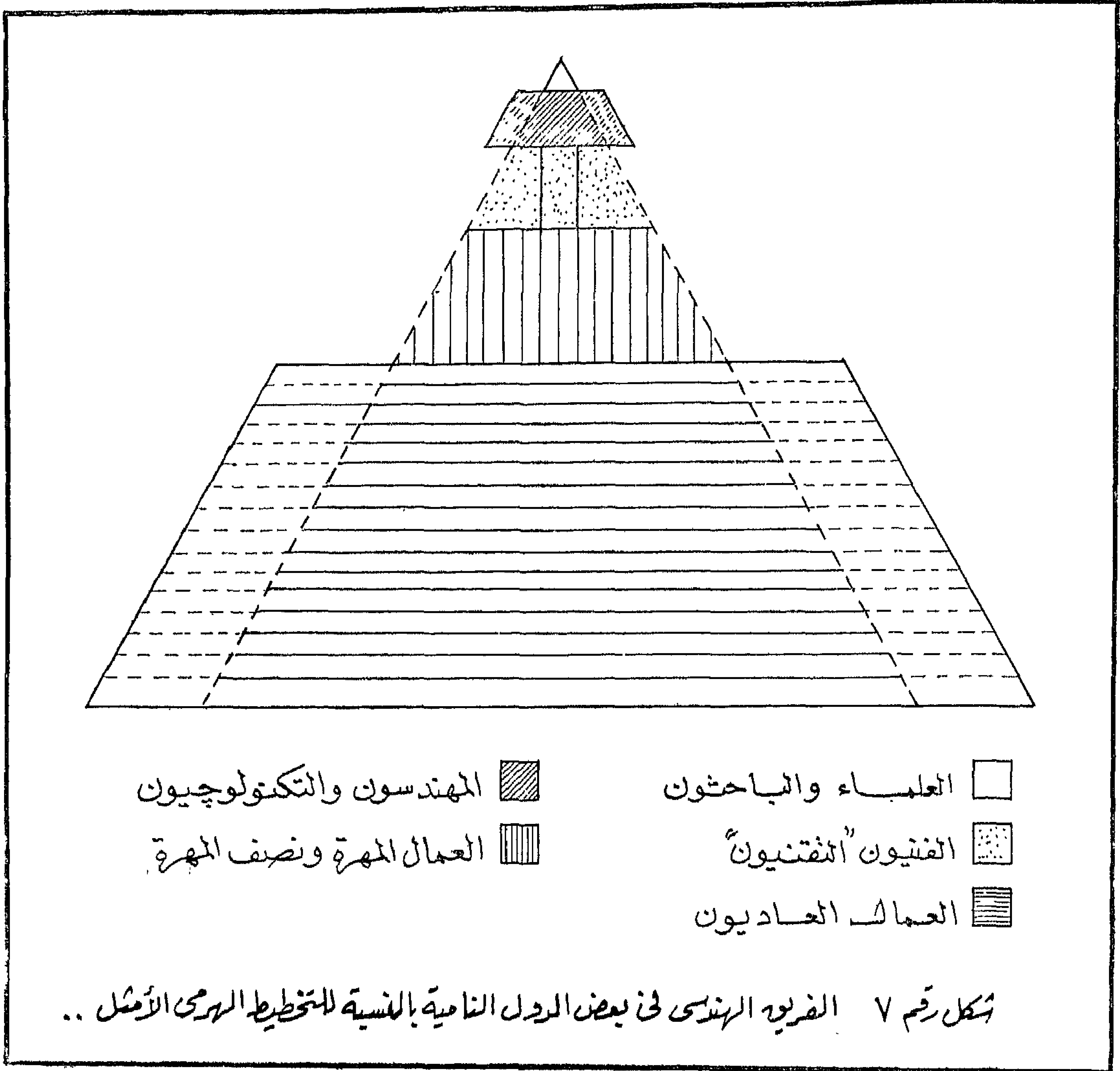
شكل رقم ٦ الفريق الهندسى فى الدول المتقدمة

خامساً ـ عوامل تقدم التعليم الهندسى فى الدول النامية :

١ ـ الفنيون :

يشغل الفنيون مركزاً وسطاً فى درجات الترتيب الصناعى بين العمال المهرة والمهندسين ويمثل الفنيون الفئة الوسطى من أفراد المجموعة الهندسية ، وهذا المركز يستطيع أن يصل إليه العامل الماهر بعد مرانه عدة سنوات فى خبرة عملية وحصوله على تدريب إضافى ، كما يمكن إعداد الفنى بالمستوى المطلوب منذ بداية عهده على أن يستكمل خبرته العملية : بعد التحاقه بالعمل .

ولم يظهر حتى الآن فى عديد من الدول المتقدمة ولاسيما الدول الغربية ما يشير إلى ضرورة قيامها بتنسيق القواعد



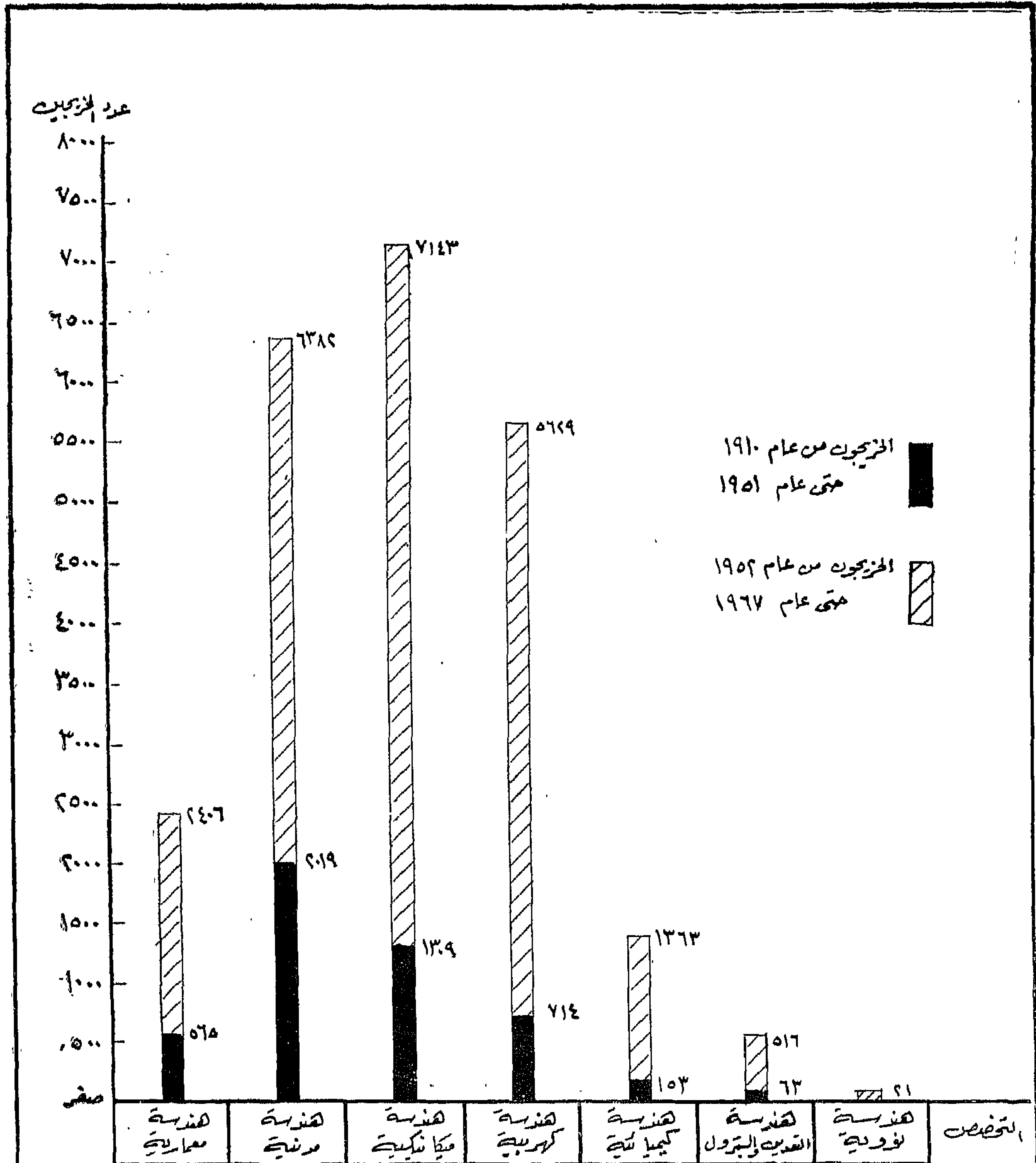
شكل رقم ٧ الفريق الهندسى فى بعض الدول النامية بالنسبة للتخطيط الهرمى الأمثل ..

المنظمة لتدريب الفنيين نظراً لتعدد المستويات الفنية الجارى تطبيقها فى معظم هذه الدول . ولقد زادت الحاجة إلى تدريب الفنيين بسبب كثرة الإقبال على المهندسين مع المطالبة برفع مستواهم العلمى والعملى بينما لم يتزايد الطلب على العمال المهرة بنفس الدرجة ، بل اتجه الأمر إلى تقصير مدد إعدادهم وتدريبهم خلال ربع القرن الماضى مما أدى إلى اتساع الفجوة بين المهندس والعامل الماهر التى يلتزم الفنى المدرب لملئها .

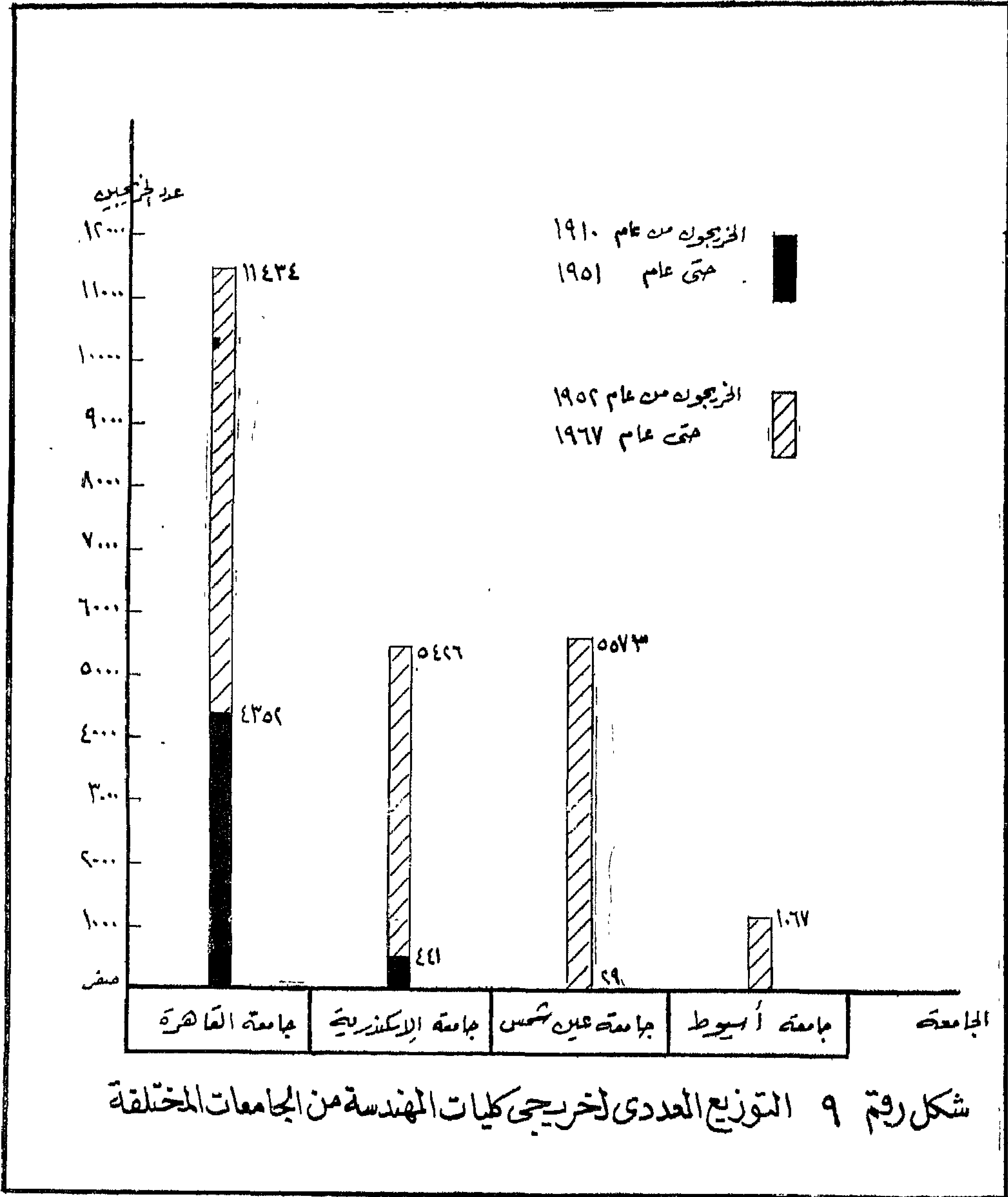
وعلى الدول النامية ألا تكرر أخطاء الدول المتقدمة فى هذا المجال ، بل على العكس يقتضى الأمر عند التوسع فى القوى العاملة المدربة زيادة التركيز على الفنيين الذين تزداد وظائفهم فى العدد والأهمية يوماً بعد يوم ، بحيث يستطيع الفنى بعد فترة من التدريب المناسب أن يقوم بالكثير من الأعمال التى يقوم بها المهندسون والتكنولوجيون المؤهلون فى الوقت الحالى .

ويمكننا أن نلاحظ أن معظم من يشغل مركز الفنى فى الجيل الحالى وهم قلة إما أن يكون قد تقدم إلى هذا المركز من بين العمال المهرة أو ممن فشل فى محاولته للوصول إلى مؤهل فنى عالى ، ومن الواضح أن هذا الأسلوب يعجز عن مواجهة

سرعة التعقيد الفنى فى المعدات الهندسـية ومشا كل صناعتها واستخدامها وصيانتها ، كما يقصر عن مقابلة مطالب التنمية الاقتصادية وتخصصاتها . ولهذا فإن تركيز الاهتمام وتسخير الطاقات لعلاج العجز فى المستويات العالية دون وضع خطة شاملة مدروسة لعلاج العجز فى قوة العمل الوسطى ـ سيؤدى إلى أن كثيراً من المهندسين والتكنولوجيين الجدد سيجدون أنفسهم يقومون بأعمال الفنيين دون أن يعدوا لذلك سواء من الناحية الفنية أو النفسية .



شكل رقم ٨ التوزيع العددى لخريجى كليات الهندسة تبعا لتخصصاتهم



شكل رقم ٩ التوزيع العددى لخريجى كليات الهندسة من الجامعات المختلفة

وتبلغ نسبة المهندسين إلى الفنيين فى الاتحاد السوفييتى ١ : ٢ وفى الولايات المتحدة الأمريكية ١ : ١ ، فى حين أنه أولى للدول النامية أن تأخذ بنسبة لاتقل عن ١ : ٣ فى إعداد خطة أفرادها الفنيين . ويوضح البيان الوارد فى الصفحة التالية بعض البيانات الإحصائية عن الفنيين والمهندسين فى بعض الدول المتقدمة .

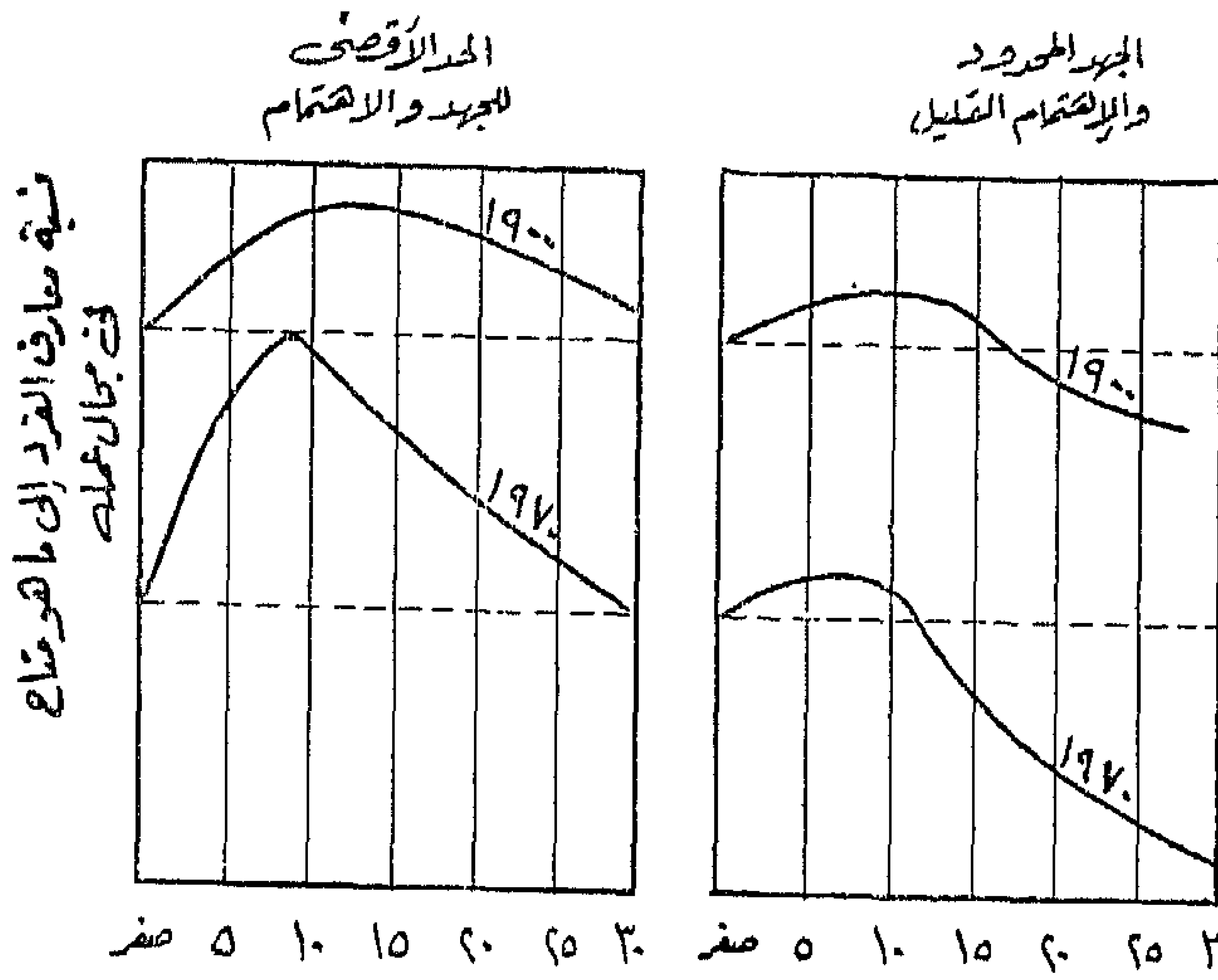
وتعتبر زيادة عـدد الفنيين والاعتماد عليهم من سمات البلاد المتطورة اقتصادياً ، لأنها تقابل احتياجات الاقتصاد النامى وتواجهه ، كما أنها أكثر ملاءمة من ناحية التكاليف المتعلقة بالتدريب ، ذلك لأن تدريب الفنى الواحد أقل بحوالى النصف من تكاليف تعليم المهندس ، وهذا راجع إلى قصر مدة الدراسة من ناحية وانخفاض مرتبات أفراد هيئة التدريس نسبياً من جهة أخرى . ومن الممكن إتمام هـذا النوع من إعداد وتدريب الفنيين خارج قاعات المعاهد الفنية بالمراسلة وبالتدريب الإضافى للعمال المهرة فى المصانع .

وهناك صلة وثيقة بين مشكلة العجز فى عدد الفنيين و بين التقدير المادى والمركز الاجتماعى لهذه الفئة ، وهذه المشكلة لا تحل باجراءات تتخذ داخل النظام التعليمى فقط بل يجب أن تستكمل هذه الإجراءات بتوفير الحوافز المادية والأدبية أفضل مما هى عليه الآن ، إلى جانب كفالة مركز اجتماعى أوضح يتناسب مع طبيعة دور الفنيين وأهميته فى المجتمعات النامية ويتناسب أيضاً مع حجم المسئولية الملقاة على عاتقهم .

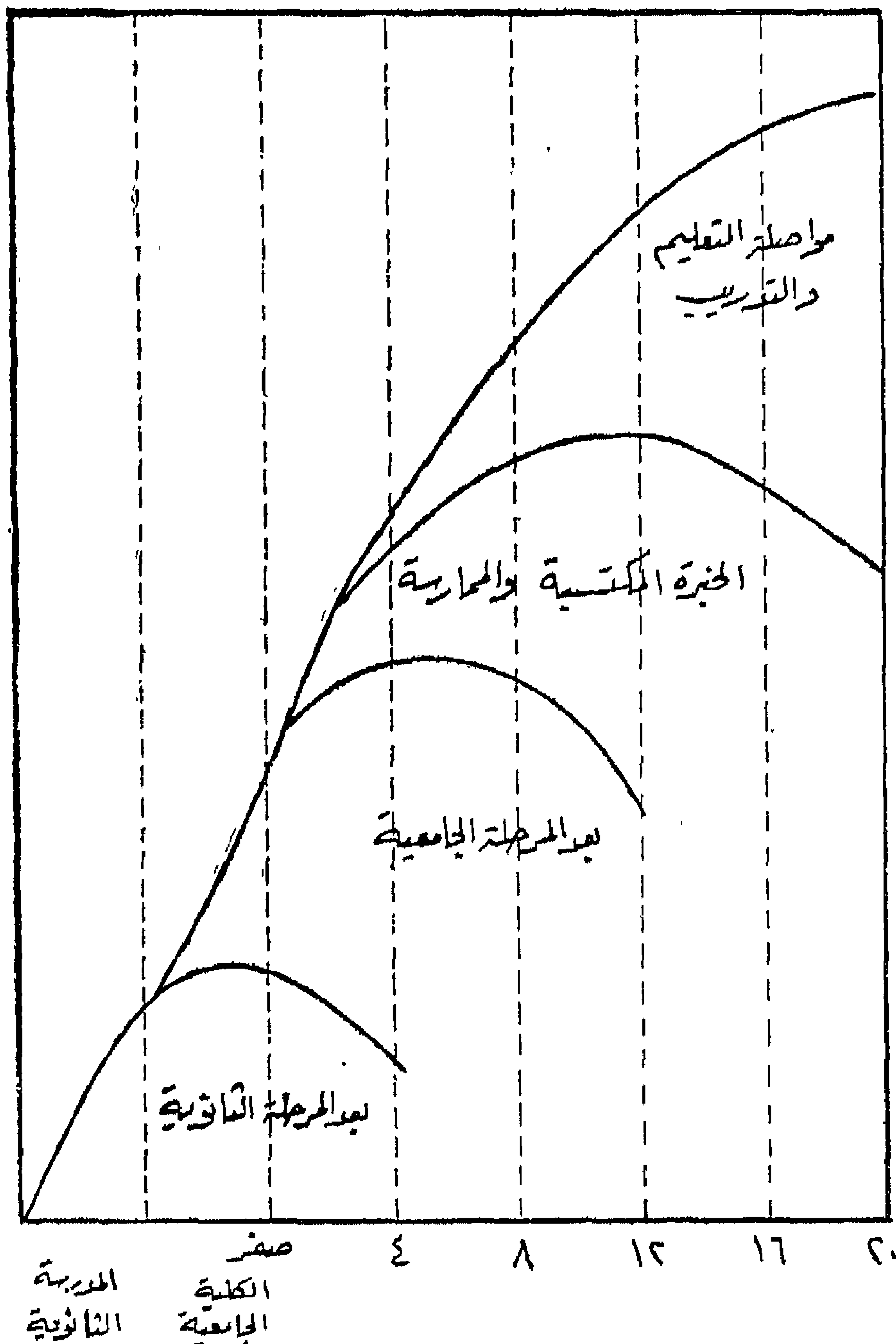
٣ — التعليم الهندسى المنظم :

يصعب تحت ظل نظام الجامعة العامة التى تضم كليات مختلفة التركيز الكافى على المطالب المتزايدة نحو التعليم الهندسى ، لذلك فان نظام المعاهد الفنية العاليـة فى أواسط أوربا والاتحاد السوفيتى ، والذى ازداد انتشاراً فى كل من بريطانيا وأمريكا ، يصبح أكثر مناسبة للدول النامية .

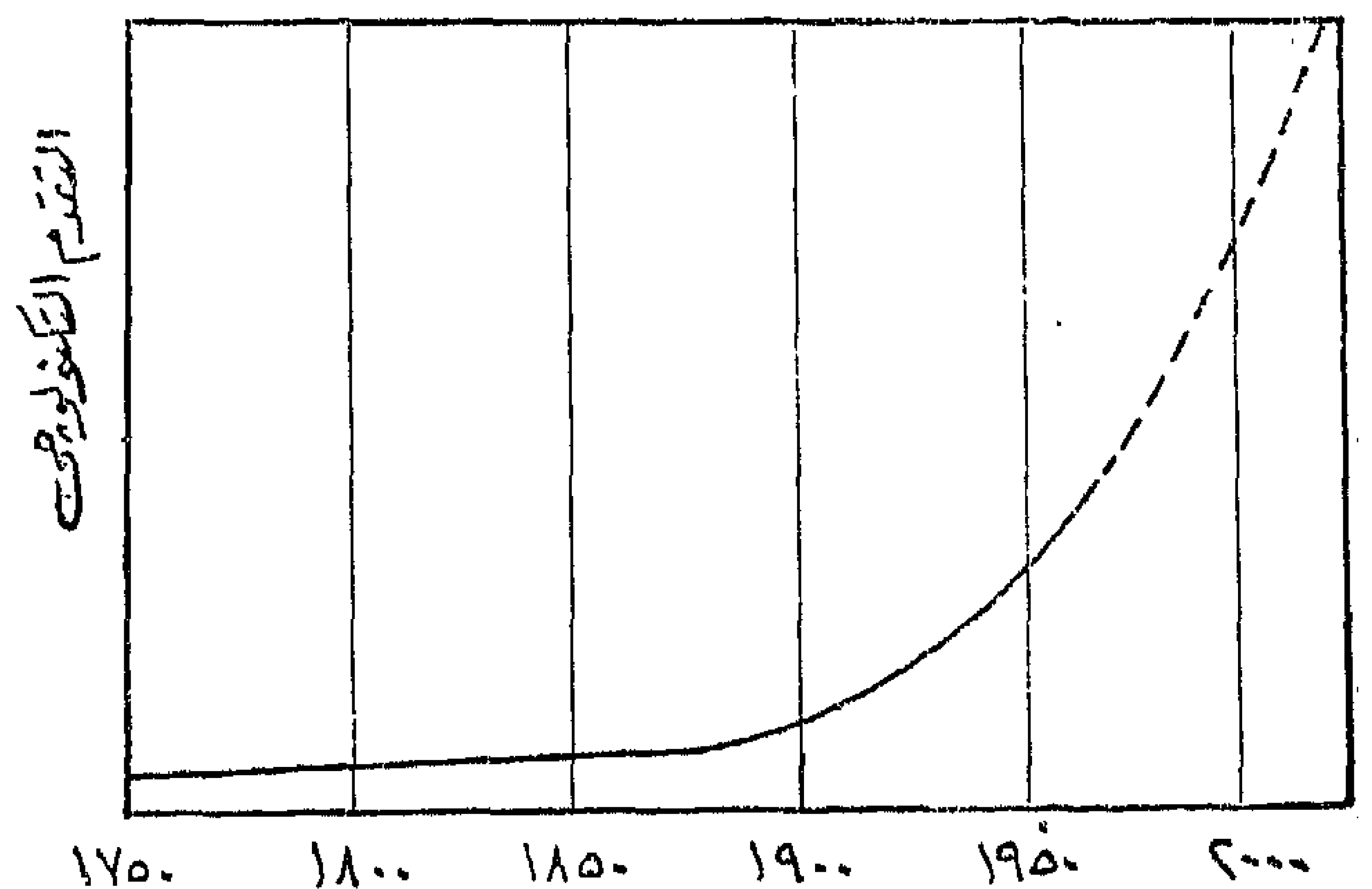
ويمكن تحقيق وفر كبير بتجنب الازدواج فى الكليات التكنولوجية والأقسام ذات التخصص العالى بالجامعات نظراً للتكاليف المرتفعة للمعدات ونقص هيئة التدريس . كذلك يمكن أن يحقق هذا النظام تعزيزاً لمبدأ التعاون بين كليات الهندسة والمصانع والمشروعات الهندسية حيث يصبح الأمر أكثر قبولا لما يتيحه هذا من سهولة الاتصال بين الصناعة النامية والأقسام القوية الراغبة فى المعاونة ، وما يتيح ذلك تبادل من الخبرات والمعلومات العلمية والفنية .



شكل ١١ بيانى توضيحى لمدى تفاوت المعارف الهندسية مع المجال التكنولوجى ـ من عام ١٩٠٠ إلى ١٩٧٠



شكل رقم ١٢ بيانى توضيحى عن مدى إسهام المدرسة الثانوية والكلية الجامعية والدراسة التكميلية فى قدرات الفرد



شكل رقم ١٠ بيانى توضيحى للتقدم التكنولوجى ابتداء من سنة ١٧٥٠ حتى سنة ٢٠٠٠

بيانات عن الفنيين فى بعض الدول المتقدمة

(أ) فرنسا وألمانيا الإتحادية عام ١٩٦٤ :

	فرنسا	ألمانيا الاتحادية
إجمالى عدد المهندسين	١٢٠ ٠٠٠	٨٠ ٠٠٠
معدل تخرج المهندسين سنوياً	٤ ٠٠٠	٦ ٠٠٠
إجمالى عدد الفنيين من المستوى العالى	٨٠ ٠٠٠	٢٥٠ ٠٠٠
معدل تخرج الفنيين من المستوى العالى سنوياً	٢ ٥٠٠	١٢ ٠٠٠
نسبة المهندسين إلى الفنيين من المستوى العالى	١ : ٠,٦٦	١ : ٣,١

(ب) الاتحاد السوفيتى :

	١٩١٣	١٩٦٣
الحاصلون على تعليم جامعى	١٣٦ ٠٠٠	٣٣١٢ ٠٠٠
الفنيون	٥٩ ٠٠٠	٦٢٨٦ ٠٠٠
نسبة الحاصلين على تعليم جامعى : الفنيين	١ : ٠,٤	١ : ١,٤٥
خريجو التعليم الجامعى	١٢ ٢٠٠	٣٣٢ ٥٠٠
خريجو معاهد الفنيين	٧ ٤٠٠	٥١١ ٨٠٠
نسبة خريجى الجامعات إلى الفنيين	١ : ٠,٦	١ : ١,٥
خريجو التعليم الجامعى فى قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات		١٢٢ ٠٠٠
الفنيون فى قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات		٢٣٨ ٠٠٠
نسبة خريجى التعليم الجامعى إلى الفنيين فى قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات		١ : ١,٩٥

(حـ) الولايات المتحدة الأمريكية :

	١٩٥٠		١٩٦٤
المقيدون فى الكليات « ذات العامين »	٥٠٠ ٠٠٠		١٠٠٠ ٠٠٠
عدد الكليات الوسطى ذات العامين			٧١٩
المقيدون من المدرسة العليا قد زادوا من	٢٠٪	إلى	٧٠٪

(د) مقارنة بين فرنسا والولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى عام ١٩٦٤ :

نسبة الفنيين إلى العمال المهرة فى الاتحاد السوفيتى	١ : ١٠
نسبة الفنيين إلى العمال المهرة فى الولايات المتحدة وفرنسا	١ : ٢٥ — ٣٠

٣ - هيئات التدريس :

تزداد نسبة عدد الطلاب إلى هيئات التدريس عن القدر المناسب بزيادة الضغط المتواصـــل لتعليم المزيد من المهندسين ، ولما كان من المتعذر الاعتماد على أساتذة أجانب لمدة طويلة فيتعين اتخاذ كل الوسائل التى من شأنها الإسراع فى الدراسات التكميلية المؤدية لدرجتى الماجستير والدكتوراه لمواجهة الاحتياجات المتزايدة من مدرسى وباحثى المستقبل ومصمميه . ولما كان من الصعب على الأفراد مزاولة التدريب العملى بعد هذه الدراسات العلميـة العنيفة ، لذلك يصبح من المرغوب فيه بل من الضرورى أن يكتسب مثل هؤلاء الدارسين خبرات عملية قبل الالتحاق بالدراسات العليا ، بحيث يتيسر لهم قبل الالتحاق بمهنة التدريس أن يكتسبوا مزيداً من الخبرات المهنية .

وقد لوحظت ظاهرتان تؤثران على موقف عمالة هيئة التدريس فى كثير من الدول النامية وهما :

(ا) استخدام بعض أعضاء هيئات التدريس للكليات كنقط انطلاق لمستقبل آخر أفضل فى الصناعات النامية ، لأنه بالرغم مما هو معروف بأن هناك ميزات معنوية عديدة فى نظام الحياة الجامعية إلا أنه مالم يتحسن مستوى المرتبات وظروف الخدمات بحيث ترتفع إلى المستوى المناسب بالمقارنة مع مجالات الصناعة فلن تحظى مهنة التدريس بالإقبال الكافى من المهندسين الراغبين فى العمل ، ولن تستطيع أن تتغلب على منافسة الصناعة لها أو على إغرائها لهم .

(ب) انتقال المهندسين والعلماء من الدول الأقل نمواً إلى الدول المتقدمة بسبب التباين الموجود فى النواحى الثقافية والعلمية والاجتماعية والاقتصادية بين المناطق المختلفة فى مراحل النمو ، وهذا يؤدى إلى عرقلة جهود الدولة فى الدرجات الأولى من سلم التنمية . لذلك يتعين على الدول النامية أن تنتبه إلى أنه من السهل تدريب بعض المواطنين ليصبحوا مهندسين ، ولكن الأمر ليس كذلك بالنسبة لتهيئة الجو الذى يمنعهم من الهجرة إلى الدول الأكثر تقدماً التى تشجعهم بشتى الطرق وبمختلف الحوافز على ذلك .

هجرة الكفاءات من العالم العربى

للسيد/ مالكولم بى . ادلينيشيا

المسألة :

هجرة الكفاءات من العالم العربى ، تلك ولا ريب عبارة تتضارب من حولها الآراء . والموضوع الذى أتناوله اليوم ، وهو هجرة الكفاءات فى البلاد العربية وسبل الوقاية منها ، إنما هو من نوع السؤال الإيجابى المألوف الذى يطلب من المرء متى كف عن ضرب زوجته ، وتكون الإجابة عليه ، بأن كان ذلك بالأمس أواليوم . فهو موضوع مشحون بالعناصر الأخلاقية والانفعالية . وكما ذكرت الدراسة التى قام بها الكونجرس الأمريكى عن الموظفين[1]، فإن العبارة ذاتها «هجرة الكفاءات» بما تنطوى عليه من معانى الانتقاص والاستنهاض ، عبارة ابتدعها البريطانيون لوصف خسائرهم خلال السنوات الأخيرة من العلماء والمهندسين والأطباء بسبب الهجرة . وقد صور أحد وزراء بريطانيا هذه المشكلة تصويراً مثيراً حينما قال بأن هجرة الكفاءات لم تكن فقط أهم بنود ميزان مدفوعات البلد ، وإنما قد تفضى أيضاً إلى بقاء الحقول فى الهند وأفريقيا غير منزرعة لكى تتمكن أمريكا من إنزال إنسان على القمر[2] . وإلى هذا ، فقد خلصت إحدى الدراسات التى أجريت على هذا الموضوع فى الجمهورية العربية المتحدة تحت رعاية اليونسكو ، إلى نتيجة تلفت النظر ، ومؤداها أن الجمهورية العربية المتحدة ترى أن عمليات هجرة الكفاءات إنما هى عمليات غير أخلاقية[3] .

وفى استطاعتى أن أصل الحديث على هذا النحو . لكنى أرى إزاء هذا الطابع الانفعالى الزائد عن الحد ، أنه من الأهمية بمكان أن نحدد معالم الموضوع أولا ، وأن نشير باختصار إلى ما لن يتطرق إليه بحثنا ، قبل النظر فى مدلول هجرة الكفاءات العربية ، وفى مدى إتساع هذه الهجرة . ونحن لن نبحث هنا فى الهجرات بصفة عامة وهى حقيقة تاريخية ، بل ونافعة بالفعل ، كما تعد حدثاً جغرافياً هاماً . إذ على الرغم من ميل الإنسان إلى توطين

---

(١) The Brain Drain to the United States of Scientists, Engineers and Physicians : A Staff Study. House of Representatives, Washington, D.C., 1967.

(٢) W. Adam, The Brain Drain, New York, 1968.

(٣) م. قريطم ، ن . حمدى : هجرة الكفاءات من الجمهورية العربية المتحدة ، القاهرة ١٩٦٦ .

نفسه والإقامة فى مكان بذاته ، وميله كذلك إلى النظر إلى نفسه على أنه مركز لنظام الـكواكب ، بل وللـكون بأسره ، مما يؤدى به ، على غرار ديك روستاند ، إلى الصحو مع شروق الشمس والنوم مع غروبها ، إلا أننا جميعاً باعتبارنا بلاداً ، كالجمهورية العربية المتحدة أو الولايات المتحدة الأمريكية ، والهند أو العراق ، والبرازيل أو البحرين ، وباعتبارنا كذلك شعوباً ، كالأردنيين والجامايكيين ، والسوريين والأسكنديناويين ، إنما نعد ثمرة للهجرات الـكبيرة التى حدثت فى الماضى . والسكان الأصليون فى عالمنا هذا ، لا يحتلون منزلة تاريخية خاصة . ولا ينفردون بامتياز جغرافى معين سـواء أكانوا من الإسكيمو أو الهنود فى نصف العالم الغربى . أو من الفينيقيين أو القرطاجيين فى الشرق الأدنى . أو من الليموريين أو السومريين فى آسيا .

ومن ناحية أخرى . فإننا حينما نتحدث عن هجرة الـكفاءات لا يذهب تفـكيرنا إلى هذا التقليد الجوهرى العريق الذى هو تقليد التعاون الدولى بين الدارسين ، وخاصة العلماء ، قديمة قدم العلم نفسه . إذ يرجع تاريخها إلى العصور الذهبية للحضارة الإفريقية الرومانية والحضارة العربية ، بل هو يعود إلى أبعد من ذلك التاريخ ، إلى الثقافتين الهندية والصينية المترابطتين . فأسماء هرمس وطاليس وبطليموس وستراتون ، والبيرونى والبطانى ، وفاهين وكادتيليا ، إنما هى أسماء تذكرنا بالأخوة الدولية التى يمثلها العلم والمعرفة على الدوام . وفى الحقيقة . فإن تداول المعارف على المستوى الدولى ، وتحرك العلماء من بلد إلى آخر يعدان جزءاً لا يتجزأ من تقدم الإنسان ومن تطور تاريخه العلمى والثقافى ولقد أبرزت الدراسة التى وضعتها الجمهورية العربية المتحدة هذه الناحية الجوهرية للهجرة العلمية والثقافية . كما أنها استبعدت من تحليلاتها بصورة خاصة ، البرامج المعتمدة للدراسة فى الخارج وإعارات المتخصصين من أبناء ج . ع . م . إلى الدول العربية وغير العربية وإلى المنظمات الدولية ، على اعتبار أن هذه الإعارات تمثل التزامات أدبية ؛ كما أنها تتمشى مع مبادىء الأخوة الإنسانية ومبادىء التعاون الدولى (٤) .

وفضلا عن ذلك فإن التحركات الإنسانية سالفة الذكر تنطوى على مضمون أخلاقى . فمنذ أكثر من خمسة عشر عاماً سابقة على يومنا هذا الذى غدت فيه هجرة المؤهلين مشكلة ملحة ، خلصت ندوة لليونسكو عن الهجرة إلى المغزى الآتى :

« إن الهجرة أثر من آثار التضامن الإنسانى ، وتحد لضيق الأفق فى التفـكير الذى أبقى الإنسان طوال أجيال عديدة فى خوف وحذر من الغرباء ، محصوراً فى دائرته الضيقة

(٤) أنظر الهامش رقم (٣) .

المماثلة الآمنة . أما بالنسبة للمهاجر فإن انتزاعه من جذوره يبرهن على ثقته فى قدرته على العيش بين من لا يعرفهم ومن هم على غير شاكلته وأما بالنسبة للبلد المضيف فان انفتاح أبوابه أمام المهاجرين إنما يشهد على قيمة مؤسساته وعلى قدرته على استيعاب الأجنبي والغريب . وفى عالم تنحصر مشاكله بصورة متزايدة فى مقدرة الغرباء على المعيشة معاً . فان من الثمار الإيجابية للهجرة أن المهاجرين برهنوا بصورة حية على توافر هذه المقدرة(٥) .

الحقائق

فما هى الحقائق فى موضوع هجرة الكفاءات من البلاد العربية ؟ إنى أعرض فيما يلى ثلاثة جداول فى محاولة غير مرضية بالكامل رداً على هذا السؤال . يتضمن الجدول الأول منها البيانات الكمية لهجرة الأشخاص المهرة ، وخاصة هجرة علماء الاجتماع ، والعلماء فى العلوم الطبيعية ، والمهندسين ، والأطباء والممرضات من ثمانية بلاد عربية إلى الولايات المتحدة وكندا ، وبيانات جزئية عن هجرتهم إلى فرنسا ، خلال فترة السنوات الخمس من عام ١٩٦٢ إلى عام ١٩٦٧ . ويوضح هذا الجدول أيضاً خريجى التعليم العالى من الطلاب العرب فى الفروع المذكورة خلال عام ١٩٦٧ .

ويوضح الجدول الثانى اتجاهات هجرة العلماء والمهندسين والأطباء من خمس دول عربية إلى بلد واحد ، هو الولايات المتحدة الأمريكية خلال فترة عشر سنوات من عام ١٩٥٦ إلى عام ١٩٥٧ .

ويورد الجدول الثالث بالنسبة لثمانية بلاد عربية والبلاد العربية الأخرى معاً ، المجموع الكلى لطلاب التعليم العالى ، وتوزيع هؤلاء على معاهد المنطقة ومعاهد الغرب فى ميادين العلوم الإجتماعية ، والعلوم الطبيعية ، والهندسية ، والعلوم الطبية خلال عام ١٩٦٧ . ويوضح العمود الأخير من هذا الجدول الطلاب غير العرب الملتحقين بمعاهد عربية للتعليم العالى :

وينبغى لى الآن ، وبعد عرض الحقائق بقدر ما هو متوافر منها لدى ، أن أشرع فوراً فى إيضاح قصورها . فالحقائق غير كاملة ، حتى بالنسبة للدول التى وردت عنها بيانات مفصلة ، أى بالنسبة لست أو ثمان من بين خمسة عشرة دولة عربية . ولا تتوافر إحصاءات دقيقة شاملة نسبياً عن هجرة الكفاءات إلا بالنسبة لبلد واحد هو الولايات المتحدة الأمريكية ، وقد جمعتها الحكومة والكونجرس وجمع من الباحثين ومؤسسات البحث . وتوجد كذلك إحصاءات خاصة بكندا وبعض البيانات من فرنسا . أما بالنسبة لعدد من البلاد الأخرى ، مثل أستراليا التى استقبلت خلال عام ١٩٦٧/٦٦ ، ١٫٢٨٥ مهاجراً من الجمهورية العربية المتحدة و ١٫٨٠٠ من لبنان ، والمملكة المتحدة التى استقبلت فى عام ١٩٦٦ ، ٥٫١٤١ مهاجراً ماهراً من البلاد النامية ، وجمهورية ألمانيا الاتحادية التى تستقبل وتستخدم عدداً غير معروف من المهندسين والأطباء من العالم العربى ، فلا توجد عنها إحصاءات منظمة وإلى هذا ، لا يحتفظ أى بلد عربى أو أى بلد نام بسجلات عن هجرة أبنائه المهرة . وقد اعتمدت فى الجدولين الأول والثانى على الإحصاءات التى تصدرها بلاد المهجر . ومن نتائج النقص فى هذه المعلومات الأساسية أننا نميل إلى تركيز اهتمامنا وحنقنا على أولئك الذين يؤدون واجبهم ويقدمون مثل هذه المعلومات .

وإلى هذا فإن الاحصاءات التى عرضتها تعد نوعاً ما ، مضللة لأنها عبارة عن أرقام إجمالية شاملة لا تدخل فى حسابها ما تسميه دراسة الجمهورية العربية المتحدة بالتدفق العكسى

---

(٥) The Positive Contribution by Immigrants, UNESCO, Paris, 1955.

جدول

هجرة الكفاءات من بعض البلاد العربية خلال الفترة من ١٩٦٢

البلد	مجموع الخريجين العرب	أرباب المهن — هاجروا إلى: الولايات المتحدة	أرباب المهن — هاجروا إلى: كندا	الخريجون	مهندسون — هاجروا إلى: الولايات المتحدة	مهندسون — هاجروا إلى: كندا	مهندسون — هاجروا إلى: فرنسا(د)	الخريجون	علماء طبيعيون — هاجروا إلى: الولايات المتحدة	علماء طبيعيون — هاجروا إلى: كندا	علماء طبيعيون — هاجروا إلى: فرنسا(د)
الجزائر	٦٤٤	٩٨	**٨	٦٨	٤	**١	--	١٣٤	١	**٢	—
العراق	٥٠٤٧	٦٠٨	**٤٩	٥٨١	١٢٢	**١٣	١	٤٧٠	٥٢	**٨	٤
الأدرن	١٣٠٨	٦٣٦	**٥٨	٧٧	٧٩	—	—	٢٠	٣٨	**٣	—
لبنان	٢١٤٩	٥٤٧	٤٠٩	١٢١	١٧٧	١٩	١٢٩	٢٧٩	٧٣	٨	٢٤
المغرب	*٩٢٧	١٨٣	**١٦٧	٣٨	١٤	**٤	١٢٩	٢٩٥	٣	**١٣	١٤
سوريا	٣٠٣٠	٣١١	٧٣	١٩٥	٨٣	٥	٥٦	٢٥٩	٢٣	٣	٩
تونس	٥٦٦	٢٣	**٨	—	١	—	٩٤	٤٩	٥	—	١١
ج. ع. م.	٢٦٨٨٨	١١٨١	١٢٢٢	٣٢٠٦	٨٩	١١٦	٤٤	١٧٠٩	٥٧	٦٨	١٣
دول عربية أخرى	١٦٨٥	—	—	٢٢١	—	—	—	٩٥	—	—	—
مجموع (الدول العربية أعلاه)	٤٢٤٤	٣٥٨٧	١٩٤٤	٤٥٠٠	٥٦٩	١٥٨	٤٥٣	٣٢١٠	٢٥١	١٠٤	٧٥
مجموع سائر البلاد النامية إلى الولايات المتحدة		٥٨٠٤٤			١٠٧٨٧				٣٩٧٨		

رقم (١)

—١٩٦٧(ا) وعدد الخريجين العرب فى عام ١٩٦٧ (ب)

الخريجون	علماء اجتماع – هاجروا إلى – الولايات المتحدة	علماء اجتماع – هاجروا إلى – كندا	علماء اجتماع – هاجروا إلى – فرنسا (د)	الخريجون	أطباء – هاجروا إلى – الولايات المتحدة	أطباء – هاجروا إلى – كندا	أطباء – هاجروا إلى – فرنسا(د)	ممرضات – هاجروا إلى – الولايات المتحدة	ممرضات – هاجروا إلى – كندا	ممرضات – هاجروا إلى – فرنسا(د)
*٩٨	—	**١	—	٦٨	٥	—	—	١	—	—
*١٠٢٠	٣	**١	—	٣٨٩	٣٣	**٢	١	١٠	—	—
١٣٣	٧	**٣	—	٤٦	١٨	**٢	١	١٧	**٤	—
٢٥١	٤١	١١	١	٢٠٣	٨٩	٤١	—	٦٢	١٠	—
٥٩(ج)	—	**[illegible]	٦	*٣٤	٩	**٥	٦	٩	**٣	—
٣٥	٣	١	—	٢٤٠	٢٤	٩	٤	٦	٣	—
٧٠	١	**١	—	—	٦	**٢	٣	٢	**١	—
٨٣٤٩	١٣	١٧	—	١٧٤٣	٩١	١٠٠	—	١٥	٧	—
٢٥٩	—	—	—	١١٣	—	—	—	—	—	—
١٠١٧٤	٦٨	٣٧	٧	٢٨٤٢	٢٧٥	١٦١	١٥	١٢٢	٣٦	—
	٨١١				٢٤٧٥			٥٦٠٦		

(أ) أنظر الهامش رقم ١ Annual Reports of the Immigration and Naturalization Service, United States Department of Justice, Washington, Immigration Statistics, Canada, Department of Manpower and Immigration, Oxford and La Direction de la Population et des Migrations du Ministère des Affaires Sociales, Paris.

(ب) إجابات على استقصاء مكتب اليونسكو للاحصاءات .

(ج) بما فى ذلك القانون .

(د) ١٩٦٢ إلى ١٩٦٦ فقط .

* تقديرات وضعها مكتب اليونسكو للاحصاءات .

** من عام ١٩٦٤ إلى ١٩٦٧ فقط .

جدول رقم (٢)

مجموع العلماء والمهندسين والأطباء المهاجرين
من بعض الدول العربية إلى الولايات المتحدة الأمريكية(*)

السنة	العراق	الأردن	لبنان	سوريا	الجمهورية العربية المتحدة
١٩٥٦	١٣	١٥	٢٨	٥	٢٨
١٩٦٢	٢٧	٢٢	٤٧	٢٩	٢٧
١٩٦٣	١٨	٢٣	٧٢	٢٥	٤٨
١٩٦٤	٣٤	٢٢	٥٤	١٨	٣٦
١٩٦٥	٣١	٢٥	٥٩	١٦	٢٣
١٩٦٦	٣٨	٢٥	٦٩	٢٥	٥١
١٩٦٧	٦٤	٤٣	١٢٥	٢٨	٨٥

المهاجرين المهرة العائدين إلى مواطنهم العربية . ومن الصعب حساب مدى هذا التدفق العكسى ، إلا أنه يمكننى بالاستناد إلى السجلات الجزئية الموجودة فى الهند والأرجنتين ، أن أحددها بنسبة تتراوح بين ١٥و٢٠٪ من الأشخاص المسجلين كمهاجرين من هذه المنطقة كما ينشأ عنصر التضليل فى الجدولين الأول والثانى ، من عوامل أخرى غير قابلة للقياس الكمى . فكندا وإلى حد ما المملكة المتحدة وجمهورية ألمانيا الاتحادية ، تعد محطات فى طريق سفر المهاجر إلى الولايات المتحدة الأمريكية ـــ مقصده النهائى . من ذلك مثلا أن الدراسة التى وضعتها الجمهورية العربية المتحدة تبين أن ٦٠٪ من المهاجرين إلى المملكة المتحدة و٣٣٪ من المهاجرين إلى جمهورية ألمانيا الاتحادية سافروا إلى هذين البلدين كخطوة أولى نحو استقرارهم النهائى فى الولايات المتحدة الأمريكية .

(*) انظر الهامش رقم (١) .

وهناك عناصر دقيقة أخرى ، مثل التفاوت فى الكفاءات المتماثلة لدى المهاجرين (فجميع حملة شهادة الأستاذية فى الآداب ليسوا أساتذة حقاً فى هذه المادة) ، ومثل التعويض الجزئى الذى يحققه إمداد العالم العربى بالخبراء عن طريق برامج المساعدة الثنائية ، وكلاهما عنصران يتعذر تحديدهما تحديداً كمياً . على أننى لست واثقاً من أن لمثل هذا التحديد فائدة معينة ، باستثناء مساهمته فى زيادة حصيلة خبراء الاقتصاد القياسى ، أو أنه يضيف الكثير فى تصوير هذا الوضع . مثال هذا أن لجنة الكونجرس التى بحثت فى عمليات حكومة الولايات المتحدة توصلت إلى النتيجة التالية فيما يتعلق بالطابع التعويضى لخدمات الخبراء الأجانب . « على الرغم من أهمية التقنيين الأجانب فى مجال المساعدة قصيرة الأجل ، إلا أنهم لا يعدون بديلا طويل الأجل للموهوبين من أبناء الأمة . فالتأليف بين القوى العاملة المتدربة والحاجات المحلية على مستوى أكثر تواضعاً أفضل من التوافق المؤقت المتميز بمستواه العالى بين

جدول رقم (٣)

الطلاب العرب فى معاهد التعليم العالى العربية وغير العربية (١٩٦٦/١٩٦٧)(١)

البلد	مجموع الطلاب المسجلين	الطلاب العرب فى المنطقة	الطلاب العرب خارج المنطقة	توزيع الطلاب حسب الفروع: الهندسة – الطلاب العرب فى المنطقة	الهندسة – الطلاب العرب خارج المنطقة	العلوم الطبيعية – الطلاب العرب فى المنطقة	العلوم الطبيعية – الطلاب العرب خارج المنطقة	العلوم الاجتماعية – الطلاب العرب فى المنطقة	العلوم الاجتماعية – الطلاب العرب خارج المنطقة	العلوم الطبية – الطلاب العرب فى المنطقة	العلوم الطبية – الطلاب العرب خارج المنطقة	الطلاب غير العرب فى المنطقة
الجزائر	٩,٥١٦	٧,٠٧٦	١,٢١٣	٣٥٢	٥٦	١,١٨٧	٣٧٢	٦٠٠	٣٤٧	١,٦٠٨	٢٩٧	١,٢٢٧
العراق	*٢٥,٦٥٩(ب)	٢٣,٦٧٤	١,٩٥٩	*٢,٩٠٠	٧٢٩	*١,٢٠٠	٣١٩	*٤,٩٩٠	٢٨٦	*٢,٤٠٠	٣٢٧	٣٢٦
الأردن	٦,٦٧٠	٤,٤٠٣	٢,٢٦١	١٢٣	٥٢٩	٢٨٢	٢٩٤	٨٢١	٣٧٨	١٢٦	٨١٦	٦
لبنان	٢٥,٩٨٠	٢٢,٣٤٥	٢,٥٠٥	٨٠٩	٥٤٦	١,٢٤١	٥٨٤	٥,٧٨٤	٣١١	١,١٠٣	٧٣٥	١,١٣٠
المغرب	١٠,٠٣٣	٧,٤٣١	٢,٢٩٩	*٣٠٥	١٠٣	*٦٧٠	٥٢٢	*٣,٦٥٠(ج)	٣٧٢	*٥٦٥	٩٥٦	٣٠٣
سوريا	٣٤,٨٢٧	٣١,٦٨١	٣,١١٧	١,٦٨٠	٨١٧	٢,١٩٣	٣٧٧	٣٧٢	٤٠٥	١,٥١٨	١,١٧٥	٣٩
تونس	٨,٩١٥	٥,٦١٩	٢,٨٤٤	—	١١٤	١,٢١٧	٨٣٩	٦٨٥	٥٠٩	٣٩٢	٩٣٧	٤٥٢
ج.ع.م.	١٧٩,٢٤٦	١٧٥,١٢١	٢,٩٣٧	*٢٨,٠٠٠	٧٣١	*٨,٥٦٠	٥٧٩	*٤١,٥٥٠	٦٢٣	*٢٠,٥٦٠	٣٩٩	١,٣٩١
دول عربية أخرى	١٦,٢٥٧	١٠,٨٦٧	٣,٧٩٩	*١,٣٤٠	٩٨٢	*٦٩٠	٥٤٣	٢,٢٥٠	٨٢٤	*١,١٠٠	٥٨٥	١,٧٩١
المجموع	٣١٧,٨١٦	٢٨٨,٢١٧	٣٢,٩٣٤	٣٥,٥٢٨	٤,٦٠٩	١٧,٥١٠	٤,٤٢٩	٥٩,٦١٢	٦٦,٠٥٥	٢٩,٣٧٤	٦,٢١٦	٦,٦٦٥

(١) إجابات على الاستقصاء ، مكتب اليونسكو للاحصاءات .

(ب) يفيد أحد البيانات الحديثة بأن مجموع عدد الطلاب بلغ ٣٧٫٢٨٨ طالباً فى عام ١٩٦٦ .

(ج) بما فى ذلك القانون .

(د) تشمل العلوم الاجتماعية مادة القانون فى أحد بلاد الدراسة (فرنسا) .

التقنيين الأجانب وهذه الحاجات »[٦].

ونظراً لما تنطوى عليه الاحصاءات الواردة بالجدولين الأول والثانى من نقص وتضليل ، فإننى أفضل التقديرات الإجمالية التى وضعها أحد العلماء العرب عن هجرة الكفاءات من البلاد العربية سنوياً . فهذا العالم يستند إلى تعداد السكان البالغ ١٢٠ مليون نسمة ، وإلى عدد طلاب التعليم العالى البالغ ٣٠٠,٠٠٠ طالب ، وكذلك إلى عددهم فى أوربا وأمريكا الشمالية البالغ ٢٠,٠٠٠ طالب . فى تقدير هجرة الكفاءات السنوية بنسبة تتراوح بين ١٠ و ٢٠٪ من الطلاب الذين يدرسون خارج المنطقة و١٪ من الطلاب الذين يدرسون فى أوطانهم ، أى أن ما يتراوح بين ٥٫٠٠٠ و٧٫٠٠٠ عربى ماهر يهاجرون من بلادهم سنوياً[٧] .

السمات الرئيسية

تكشف دراسة الجداول رقم ١ و ٢ و ٣ عن السمات الرئيسية التالية لهجرة الكفاءات من العالم العربى .

ضآلة ظاهرية :

إن هذه الهجرة تبدو فى ظاهرها ضئيلة . فحوالى ١٠٫٠٠٠ من أرباب المهن العرب يهاجرون فى كل عام من بين تعداد كلى للسكان يبلغ ١٢٠ مليون نسمة ، وتعداد كلى للملتحقين بالمدارس قدره ١٣ مليون طالب[٨] . ومما يبين ٥٫٠٠٠ إلى ٧٫٠٠٠ عربى من ذوى المهارات العالية يهاجرون سنوياً من بين جملة المقيدين بالتعليم العالى ويبلغ عددهم ٣٠٠٫٠٠٠ طالب. ويهاجر ١٢٠ من العلماء والمهندسين والمشتغلين بالطب فى كل عام من أحد البلاد العربية حيث يبلغ عدد الخريجين فى هذه الفروع حوالى ١٥٫٠٠٠ خريج سنوياً . وقد بلغ عدد المهاجرين العرب من ذوى المهارات العالية إلى قطر واحد خلال السنوات الخمس الأخيرة حوالى ٣٫٥٠٠ شخص فى حين بلغت جملة المهاجرين من البلاد النامية كلها إلى ذلك القطر نفسه ما يزيد على ٥٨٫٠٠٠ شخص خلال هذه الفترة ذاتها ، وبذلك تكون نسبة العرب إلى مجموع أولئك المهاجرين حوالى ٦٪ ، وتقرر لجنة بيرسون ، بالإستناد إلى مصادر الأمم المتحدة ، أن حوالى ٤٠٫٠٠٠ شخص من ذوى المهارات هاجروا خلال عام ١٩٦٧ من البلاد النامية إلى البلاد الصناعية وأن نسبة العرب المهاجرين بلغت ١٢٪ من العدد الكلى[٩]. غير أن هجرة الكفاءات العربية تبدو ضئيلة فى ظاهرها وحسب ، نظراً لأن السكان العرب لا تزيد نسبتهم على ٤٪ من سكان العالم ، فى حين أن هجرة أرباب المهن العرب تتراوح بين ٦ و٢٠٪ من الهجرة الكلية . أما تكاليف هذه الهجرة فيتعذر حسابها إلا فى حدود ما نستمده من المؤشرات الإحصائية . وقد قدرت تكلفة تدريب العالم الواحد بحوالى ٢٠٫٠٠٠ دولار وعلى هذا الأساس، فان التكلفة الظاهرية لهجرة الكفاءات العربية تبلغ حوالى ١٠٠ مليون دولار سنوياً من إجمالى يبلغ حوالى ١٠٠٠ مليون دولار لجميع الدول النامية. ولكن هذا المبلغ لا يمثل وحده تكلفة الهجرة العربية . فهناك دولة تنتج اثنتين من حملة دكتوراه الفلسفة فى علوم الطبيعة كل عام ، وهجرة هذين الشخصين تعنى أما إنعدام وجود قسم للطبيعة وأما اضطراب أمور هذا القسم طول عدة سنوات ، مع كل ما يترتب على ذلك من آثار متضاعفة تنال من النظام التعليمى والعلمى لتلك الدولة برمته ، بل وتتجاوزه إلى البنيات السياسية الاجتماعية والإقتصادية[١٠] . ومعنى ذلك

(٦) House Report, 28 March 1968, Washington, D.C.

(٧) A.B. Zahlan, Migration of Scientists and the Development of Scientific Communities in the Arab World, Beirut, 1969.

(٨) اتجاهات التعليم العام والفنى والمهنى فى الدول العربية ، اليونسكو ، مراكش ، ١٩٧٠ .

(٩) Partners in Development, Report of the Commission on International Development, Washington, D.C., 1969.

(١٠) انظر الهامش رقم (٧) .

أن تكلفة هذه الهجرة تتجاوز كل حساب ، وهو ماسأعود إليه فيما بعد . فهجرة الكفاءات العربية بعيدة الأثر رغم ضآلتها .

مهارات عالية :

إن هذه الهجرة تتناول المهارات العالية . وإذا أخذنا فى اعتبارنا تضخم إحصاءات الهجرة بسبب أعضاء أسرة المهاجر الذين يسمح بدخولهم ، نجد أن هجرة الكفاءات من الدول العربية تتألف من العاملين المهنيين والتقنيين ومن يماثلهم ، وأنها تتركز فى حدود هذه الفئة من الماهرين على العلماء ، والمهندسين ، والمشتغلين بالطب . وتشير دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى أن ٥٨٫٣ ٪ ممن هاجروا هم من العلماء والمهندسين ، وأن ٧٠ ٪ من جملة المهاجرين كانوا من حملة إجازة الدكتوراه فى الفلسفة ، وأن١٧٫٥٪ من حملة درجة الماجستير . وبصورة أكثر تعميما، فان الدراسة التى أجراها الكونجرس الأمريكى عن الموظفين تقرر أن مستوى مؤهلات المهاجرين (كان ٦٠٪ من العلماء و ١٣٪ من المهندسين من حملة إجازة الدكتوراه فى الفلسفة) يفوق كثيراً مستوى نظرائهم الوطنيين (كان ٤٠ ٪ من العلماء المحليين و٤ ٪ من المهندسين من إجازة الدكتوراه فى الفلسفة) . ومن ثم ، فان هجرة الكفاءات العربية تستنزف أعلى مستويات المهارة .

اتجاه واحد :

إن هجرة الكفاءات تمضى اليوم فى «إتجاه واحد» ، حيث تنتقل المواهب من البلاد العربية والنامية إلى البلاد الصناعية . ولا توجد أية مجالات أو بيانات عن هجرة العلماء أو المهندسين أو الأطباء من أوربا وأمريكا الشمالية إلى العالم العربى . ولا أستطيع أن أقدم جدولا عن مثل هذه الحركة الأخيرة لأنها لاتوجد أصلا ، وإن كانت هناك بطبيعة الحال الخدمات المؤقتة التى يقدمها الخبراء الوافدون من الدول المتقدمة إلى العالم العربى . وفى هذا الصدد تنتهى دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى مثل النتائج التى انتهى إليها تقرير مجلس نواب الولايات المتحدة ، فتذكر أن الخبراء الذين يفدون إلى الجمهورية العربية المتحدة بمقتضى اتفاقات ثنائية لا يمكن أن يعتبروا بديلا عن طلاب الجمهورية العربية المتحدة الذين لا يعودون إلى وطنهم بعد إتمام الدراسة فى الخارج ، لأن إقامة الخبراء مؤقتة ، فى حين يصبح الطلبة عند عودتهم إلى وطنهم جزءاً من موارده البشرية . وحتى لو صرفنا النظر عن موضوع هذا التعويض ، لانجد أى تعادل عددى بين المهاجرين من ذوى المهارات وبين الخبراء الوافدين لتقديم خدماتهم . فالمملكة المتحدة توفد ٣٫٠٠٠ خبير إلى الدول النامية فى حين تستقبل منها٥٫١٤١ مهاجراً من ذوى المهارات، وتوفد الولايات المتحدة ١٫٥٠٠ خبيراً إلى ١١ دولة نامية فى الوقت الذى تستقبل فيه ٥٫١٨٩ خبيراً من هذه الدول . وإلى هذا ، يقرر استقصاء خاص أجرى عام١٩٦٥ أن فرنسا تستخدم القوى العاملة الماهرة والمهنية التى تفد إليها من أفريقيا وفيتنام على نطاق يفوق عدد الخبراء الذين ترسلهم إلى تلك المناطق(١) . ومن ثم فإن هجرة الكفاءات حركة تمضى فى اتجاه واحد .

حركة انتقائية :

إن الهجرة الحديثة للكفاءات هجرة انتقائية وليست مجرد حركة تلقائية صادرة عن قرارات فردية اختيارية صرفة، وهى تمثل إستجابة للبرامج الرسمية والتشريعات التى تصدر خصيصاً فى هذا الصدد فى الدول التى تستقبل المهاجرين . وتشير دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى إجراءات الاختيار التى تطبقها هذه الدول المستقبلة لتسهيل هجرة العلماء والمهندسين والأطباء من المنطقة العربية ، عن طريق نظام حصص الكفاءات، وتعديل تأشيرات الطلبة المتفوقين وزوار التبادل.

(١١) Perspectives, 944, Paris, 1965.

والواقع أن تشريعات الهجرة فى جميع الدول ، وخاصة تلك التى تجتذب المواهب ، تعمل بالتدريج على تصفية هجرة غير المؤهلين من أى منطقة باستثناء الوافدين من بعض الدول القريبة الجوار . ويدعم هذا الأسلوب الانتقائى بعثات التعبئة التى تشرف عليها المؤسسات الخاصة والعامة ، وهى عملية أصبحت تعرف « باصطياد العقول » وتمثل نوعاً من الارتداد إلى ماضينا القبلى فى « اصطياد الرءوس » . ومن ثم فان هجرة الكفاءات العربية تستند إلى عملية إنتقائية مدققة .

زيادة مطردة :

إن هجرة الكفاءات مطردة ومتزايدة . ويبين الجدول رقم ٢ أن هجرة المواهب من خمس دول عربية إلى دولة متقدمة واحدة فقط ليست أمراً متقطعاً عشوائياً عرضياً لا يتكرر وإنما هى حركة مطردة ومستمرة على مدى السنوات العشر الماضية ، لا يتكرر ، إنما هى حركة مطردة ومستمرة على مدى السنوات اتسمت فى السنوات الأخيرة بازدياد قوتها وسرعتها وبنموها واتساعها بمعدل يثير القلق . ويسجل الجدول رقم ٢ طفرة فى الهجرة خلال عام ١٩٦٧ تتراوح نسبتها بين ٥٠٪ و ١٠٠٪ بالمقارنة مع عام ١٩٦٦ . بل إن الاتجاهات المنتظرة مستقبلا أدعى إلى القلق ، إذ تشير كل الدلائل إلى هذه الحركة ذات الاتجاه الواحد لهجرة الكفاءات سوف تزداد كماً ونوعاً . وبتضاؤل هجرة المواهب بين الأقطار الصناعية ، فإن الهجرة النازحة من العالم العربى وسائر بلاد العالم الثالث سوف تزداد اتساعاً . ففى عام ١٩٦٦ ، استقبلت المملكة المتحدة — كما ذكرنا من قبل — ١٤١ر٥ إخصائياً من الأقطار النامية و ٣٢١ من أقطار صناعية أخرى ، وثلث عدد أطبائها قد هاجروا إليها من الدول النامية . كما أن عدد الأطباء النازحين من هذه الدول والعاملين فى الولايات المتحدة وكندا والمملكة المتحدة يفوق العدد الكلى لأطباء جميع الأقطار العاملين فى ٣٨ دولة أفريقية . وقد انتهت إحدى الدراسات التى أجريت فى الولايات المتحدة إلى أن هذا البلد سيحتاج إلى ٠٠٠ر٤٠٠ من أرباب المهن خلال السنوات العشر من ١٩٦٥ إلى ١٩٧٥ ، وأنه ينتظر مجىء نصف هذا العدد من العالم الثالث (١٢) والمتوقع أن تعانى المملكة المتحدة فى عام ١٩٧٠ عجزاً قدره ٠٠٠ر١٠٠ إخصائى (١٣) ، وأن تواجه عجزاً مماثلا كل من كندا واستراليا وفرنسا وألمانيا . وتشير جميع الدلائل إلى أن هجرة الكفاءات سوف تطرد وتتزايد من العالم العربى والعالم النامى خلال عقد التنمية الثانى .

الأخطار الكامنة فى هجرة الكفاءات :

وينبغى لى عند الانتقال إلى الأخطار الكامنة فى هجرة الكفاءات ، أن أذكر أن لها ، كما لكل ما هو إنسانى ، نواحى إيجابية ، على الأقل فى بعض عناصرها . وأبسط الأمثلة على ذلك حالة عدد قليل من الأفراد البارزين مثل رامانا جوم ، عالم الرياضيات ، وطه حسين الأديب ، اللذين ولدا كل فى بلده ولكنهما ينتميان إلى العالم ، ومثلهما فى ذلك آثار النوبة القائمة فى مصر العليا ولكنها تمثل تراث الإنسانية جمعاء . ومن الأمثلة الأخرى أيضاً أولئك الذين يكتسبون مهاراتهم فى الخارج أو أوطانهم ، ولكنهم لا يستطيعون ممارستها فى أوطانهم فى الوقت الحالى . وقد التقيت فى واشنجطون أخيراً بأحد طلبتى السابقين فى جامعة مدراس وقد أصبح مصمم برامج لأجهزة الحساب الالكترونى ، وإذا به يستشيرنى فى قبول وظيفة تعرضها عليه مؤسسة منافسة نظير مرتب سنوى قدره ٠٠٠ر٧٥ دولار ، بدلا من وظيفته الحالية التى يحصل فيها على ٠٠٠ر٦٠ دولار سنوياً . وهناك فى الهند حالياً فائض فى المهندسين يبلغ

---

(١٢) F. Mott, The Immigrant Worker. Washington, D.C., 1966.

(١٣) The Supply of British Professional and Technical Staff to the Less-developed Conntries, Ministry of Overseas Development, London, 1966.

عددهم ٤٠٫٠٠٠ مهندس ، وقد أوصيت بعلاج هذا الوضع عن طريق تخطيط هجرة قصيرة الأجل للكفاءات ، وخاصة إلى الدول النامية . ذلك لأن هجرة الكفاءات تستحث المنافسة العلمية وتحفز على الامتياز والتفوق ، كما أن الامتزاج الدولي الذي يترتب عليها يفيد مجموعتي الأقطار . غير أن هذه كلها نتائج استثنائية وجانبية وعرضية .

أن الأخطار التي يتعرض لها العالم العربي نتيجة لهجرة الكفاءات تضع فلسفة التربية والتعليم في هذا العالم ، وسياسته العلمية ، وطريقة إلى التنمية ، موضع الشك والتساؤل .

في مجال التعليم :

لقد أصبحنا ندرك اليوم ، بعد سنوات من الدراسة والبحث والفحص من جانب رجال الاقتصاد والإدارة ، أن التعليم عنصر جوهري من عناصر التنمية ، إذ هو شرطها المسبق ومتغيرها الحاسم . وسوف يجتمع مؤتمر مراكش لوزراء التربية والتعليم العرب في الشهر القادم ، أي في بداية السنة الدولية للتربية ، بناء على دعوة من اليونسكو بالتعاون مع جامعة الدول العربية . وسوف يلتقي المؤتمر على أساس هذه الفلسفة ليستعرض إسهام التربية العربية في التنمية العربية ، ولإيجاد الوسائل التي يمكن بواسطتها التوسع في نظام التربية والتعليم ورفع مستواه بغية دفع عجلة التنمية . إلا أن هجرة الكفاءات العربية تمثل إنكاراً لهذا الموقف الأساسي ، لأنها تقدم الدليل على أن التربية ليست سبيلا إلى التنمية ، وإنما هي الطريق المفضي إلى الهجرة . فالعلماء والمهندسون والأطباء الذين يهاجرون إلى العالم المتقدم هم دعامة التنمية ، وعوامل تكاثرها ، وهم الأصل في كل تغيير وتطوير ، كما أن قيمتهم تتجاوز كل حساب بالدينار أو الدولار . إن الذين يغادروننا هم النخبة المتعلمة المؤهلة على أعلى مستويات المهارة ، وهم معلمو الشباب وقادته ، وهم المخططون لمجتمعنا والمجددون له ، وهم قادة عالمنا في مجالات السياسة والثقافة والأخلاق .

إن التعليم ، كما هو مجسم في هؤلاء الأفراد وكما يمثلونه ليس مدخلا من مدخلات التنمية ، وإنما هو الطريق العريض إلى الرفاهية الشخصية والإشباع الفردي . ويفتضح أمر هذا التشويه لوظيفة التعليم بطريقة مثيرة فيما يحدث للطلبة العرب (ولغيرهم من طلبة العالم الثالث) الذين يوفدون إلى الغرب للدراسة ، إذ تقرر إحدى الدراسات أن جميع الطلبة اللبنانيين الذين يدرسون في الولايات المتحدة الأمريكية قد قرروا البقاء هناك ، وأن ٨٠٪ من الطلبة الأردنيين الذين يدرسون في الغرب لا يعودون أبداً ، وأن من بين ١٢٠ طالباً يخرجون كل عام من المملكة العربية السعودية للدراسة في الخارج لا يعود إلا مابين ٣٠ و ٤٠ طالباً[١٤] . ومن هنا فان التعليم سواء أكان يحصل في الوطن أو في الخارج – يمر بأزمة . فالمعدلات العربية للفاقد التعليمي التي تسجلها وثائق مؤتمر مراكش[١٥] بما يزيد على ٥٠٪ تمثل إنكاراً لدور التعليم كوسيلة لتنمية المواهب والشخصية الفردية . ومن ناحية أخرى ، فان هجرة الكفاءات تمثل إنكاراً لدور هذا التعليم كأداة للمسؤولية الاجتماعية . فهل التعليم لا يمثل إذاً مدخلا أخلاقياً ولا إنمائياً ، ولا يعد إلا وسيلة لتوفير مؤهلات الهجرة؟ وهل تزداد الهجرة تأكيداً كلما ارتفع مستوى التأهيل ؟ وهل يستلزم هذا الوضع إعادة النظر في الافتراضات التي تقوم عليها النظريات المتعارف عليها عن العلاقة بين التعليم والتنمية ؟

---

(١٤) Brain Drain, Mid East, January-February 1969, Washington, D.C.

(١٥) أنظر الهامش رقم (٨) فيما سبق .

فى مجال العلم :

إن هجرة الكفاءات تضع سياسة الدول العربية فى مجال العلوم موضع التساؤل أيضاً . فهذه السياسة ـ التى كرس لها المؤتمر الثقافى العربى الثامن أعماله ، والتى حددت فى مؤتمرات سابقة نظمتها اليونسكو فى مدينة الجزائر وفى القاهرة وبغداد — تهدف إلى تنمية الجماعات العلمية بغية غرس أو إعادة غرس جذور العلوم فى الثقافة العربية ، وتطبيق البحوث لخدمة احتياجاتها الصارخة إلى التنمية . ولكن العلماء هم الذين يهاجرون ، فيؤخرون بذلك لعشرات السنين تنمية الجامعات العربية كمراكز للامتياز العلمى ، ويؤجلون لسنوات عملية النهوض بتلك البحوث وملاءمتها للحاجات عن طريق هذه الجامعات وغيرها من معاهد العلوم . وتعتبر دراسة الجمهورية العربية المتحدة تعبيراً كمياً عن الخسائر فى وظائف التدريس والبحث بجامعاتها الخمس ومراكز بحوثها التى تتحمل وطأة هجرة الكفاءات ، نظراً لأن أرفع رجال العلم المهاجرين مؤهلات ينتمون إلى هذه المؤسسات ، ولأنهم يؤلفون ٧٠٪ من مجموع المهاجرين . وهناك تحليل آخر أكثر تفصيلا للآثار المعوقة والمخربة التى تحدثها هجرة الكفاءات فى المجتمعات العلمية العربية ، وهو يلفت النظر إلى أن ٧٠٪ من العلماء العرب الذين يتدربون فى الغرب لا يعودون إلى أوطانهم ، وإلى أن هذه الهجرة قد أدت حالياً ولمدة عشر سنوات إلى تجميد تنمية كافة الجامعات الوطنية فى المنطقة[١٦] وخروج العلماء والمهندسين على هذه الصورة يعنى أن العالم العربى لن يتمكن من الاستقرار فى توثيق تلك الروابط اللازمة بين العلم وبين الإنتاج ، ولن يحتل المكان اللائق به بين علماء الغد . وفى ظل هذه الظروف تواجه السياسة العلمية العربية خطر الإخفاق فى تحقيق هدفها الثلاثى الخاص بدعم التدريس وتنمية البحوث ، وإنشاء الروابط بينها وبين الإنتاج .

(١٦) أنظر هامش رقم (٧) فيما سبق .

فى مجال التنمية :

هجرة الكفاءات علامة على فشل التنمية . وهى تذكرة بالحقيقة المروعة القائلة بأن التنمية ليست المبدأ العام السائد فى عالمنا وفى دولنا الأعضاء ولدى شعوبنا . والحق أن هجرة الكفاءات تمثل رمزاً لحالة التنمية غير المتكافئة وغير المستوية التى يمر بها عالمنا . وهى إلى هذا إنكار للمبدأ الذى تدين به منظمة اليونسكو . ومؤداه أن التنمية الحقيقية هى التنمية التى تنبثق من داخل البلد . أما هجرة المواهب من العالم العربى والعالم النامى فتعنى أن ما قد يوجد من تنمية لا بد له أن ينهض على أساس من الزمن المستعار ، والتقنية المستوردة ، والمشورة ، والدراية العملية الواردتين من الخارج وهى إلى هذا تعنى زيادة اعتماد الدول النامية على الدول المتقدمة وقبول استمرار المعونة الأجنبية إلى ما لا نهاية . وترى منظمة اليونسكو أنه لا يمكن أن تحدث تنمية حقيقة ما لم تنبع فى أرضها وتستمد غذاءها من تربتها . ولكن هجرة الكفاءات أكثر من مجرد رمز أو كبش فداء لتخلف التنميـــة أو انحرافها ، فهى تأكيد مفجع لأن الفجوة الحالية بين مستويات المعيشة فى الدول المتقدمة ونظائرها فى الدول النامية لن تضيق وإنما ستزداد اتساعا . وهى تجعل من النظام التعليمى والعلمى فى العالم الثالث معهداً ضخما لتدريب الإخصائيين الذين لن يساعدوا هذا العالم المتقدم . وفى التحليل الأخير ، نجد أن أخطار هذه الهجرة أخلاقية تحيق بمستقبل إنسان العالم الثالث وإنسان العالم الصناعى ، وبالجملة فهى تحقيق بمستقبل سائر البشر .

الأسباب :

إذا كانت هذه هى أخطار هجرة الكفاءات من البلاد العربية ، فإن الأسباب الدافعة إليها تكتسب خطورة زائدة . وتتضح لنا هذه الأسباب من ثلاثة أنواع من التحليل : التحليل الاقتصادى ، وتحليل النظم الاجتماعية للبنيان ، وتحليل النظم التعليمية .

التحليل الاقتصادى :

ربما كان التحليل الاقتصادى للأسباب الكامنة وراء ظاهرة هجرة الكفاءات هو أبسط التحليلات وأكثرها ذيوعا . فالتنمية كل ينتظم جوانب متكاملة ، ومن بين هذا المعدل (لنمو حجم الإنتاج الكلى) فى عالمنا ، بما فيه البلاد العربية ، هو نتيجة لتوافر وامتزاج موارد الأرض ، والعمل ورأس المال ، والعقول (المعرفة) . ومن بين عوامل الإنتاج الأربعة هذه ، يمكن اعتبار الأرض والعمل عاملين أصليين أو طبيعيين ، فى حين أن رأس المال والمعرفة عاملان منتجان ومستنبطان . ويلاحظ أن هذا التمييز فيه شيء من الإفراط فى التبسيط ، لأن ما نطلق عليه اسم الأرض أو الموارد الطبيعية ليس قطعة من التربة أو الصخر فى حالتها البدائية الأصلية ، وإنما هى دالة للمعرفة(١٧) . ومعدل النمو الاقتصادى هو نتيجة لعمليات التكييف المستمرة لمزيج العوامل بما يؤدى إلى إضافة المزيد من رأس المال والمعرفة باطراد إلى عاملين الأرض والعمل . وعلى ذلك ، فإن عملية النمو تتألف من زيادة نصيب الفرد من رأس المال والمعروفة ومن بين هذين العاملين ، فإن الدور المتزايد والحاسم الذى يؤديه العلم والتكنولوجيا والطلب الذى ينهض به عامل المعرفة فى الانتاج . والصفة المشتركة بين العوامل الأربعة جميعاً هى استجابتها للثمن واستخدامها بالطريقة التى تكفل ارتفاع إنتاجيتها الحدية إلى أعلى مستوى ممكن بالنسبة إلى مختلف العناصر . وعلى ذلك ، فان المعرفة والعقول ، مثلها مثل جميع مدخلات الإنتاج . تستجيب لجهاز الثمن وتمضى إلى حيث يمكن استخدامها على أفضل وجه منتج نسبياً . ولما كانت المرتبات منخفضة فى الدول العربية ومرتفعة فى العالم الغربى الصناعى . فإن هذا يؤدى إلى هجرة الكفاءات من الدول العربية إلى العالم الغربى . كذلك فإن الطريقة التى تستخدم بها أرفع المهارات العربية فى الغرب تحقق نفعاً أكبر مما تحققه طريقة استخدامها فى أوطانها

وإذا كان تحليل هجرة الكفاءات العربية على هذا النحو يبدو على شيء من الإفراط فى التبسيط . إلا أنه يمثل على أية حال جزءاً من الحقيقة الكامنة خلف ما انتهت إليه الدراسة التى أجراها الكونجرس الأمريكى عن الموظفين من أن الولايات المتحدة تجتذب الناس بما هى عليه من حال أولا وليس بما تفعله . كذلك فان هذا التحليل يمثل الأساس الفكرى الكامن خلف القول الزاهى بأن العقول تشبه القلوب بصفة عامة فى أنها تذهب إلى حيث تلقى التقدير .

وطبيعى أن هناك كثيراً من التحفظات والنواحى التى تستوجب التدقيق، وجوانب القصور فى هذا التحليل الاقتصادى المبسط لأسباب هجرة الكفاءات . فبينما يتمثل رأس المال فى المعدات والآلات والأشياء ، نجد أن المعرفة صفة من صفات الرجال والنساء ، ولا يمكن تفسير الحركتين ببساطة بأنهما مجرد استجابات لأجهزة السوق أو لقوانين الإبدال الإقتصادى فالمزيد من المعرفة ورأس المال لا يستجيبان للمستويات بالنسبة للأجور والعائد فقط ، وإنما هما يستجيبان أيضاً للجو السائد فى الحياة الاقتصادية والاجتماعية ، ولبيئة البحوث والحياة العلميه، وللاستقرار والاستمرار . مثال ذلك أن أسعار الفائدة فى بيروت وبومباى أعلى منها فى لندن أو نيويورك ، ومع هذا فان رأس المال اللبنانى والهندى يتجه إلى المدينتين الأخيرتين على الرغم من انخفاض أسعار الفائدة فيهما، وذلك تحت تأثير عامل البيئة . والعنصر الإيجابى فى هذه الصورة المعتمة نوعاً ما هو أن الأجور فى البلاد العربية لا تحتاج إلى بلوغ المستويات الأوربية أو الأمريكية لكى تحتفظ بالعقول

---

(١٧) Economics of Natural Resources Utilization in India, Journal of Scientific and Industrial Research, vol. 25, 1966, New Delhi. Inaugural Address. Final eRport of CASTALA, UNESCO, Santiago de Chili 1965.

العربية ، فالمناخ الفكرى والعلمى يعادل الأجور فى أهميته إن لم يفقها . ومن أدلة ذلك أن المواهب الأوروبية كانت إلى عهد قريب تهاجر إلى أمريكا الشمالية بمعدل أكبر من معدل هجرة المواهب العربية ، على الرغم من أن الأجور الأوروبية تزيد على الأجور العربية . ومن ناحية أخرى ، فكلما بدت احتمالات المستقبل فى المنطقة أقل إشراقاً حدثت طفرة فى الهجرة . وطبيعى أن من العناصر الإيجابية الأخرى فى هذا التحليل أن المعرفة وحدها من بين عناصر الإنتاج الأربعة تتجه إلى التزايد بمتوالية هندسية ، وزيادتها فى جزء من العالم أو من أقطاره لا تؤدى إلى تناقصها الكمى فى الأجزاء الأخرى منه . ومجموع المعارف فى مجتمع ما يعادل الحقائق المعروفة مضروبة فى عدد الناس الذين يعرفونها . والبعد المزدوج للزيادة فى هذا العامل يتمثل فى أنه يمكن عن طريق البحوث زيادة كمية الحقائق المعروفة ، كما يمكن عن طريق التعليم زيادة عدد الأفراد الذين يعرفون الحقائق التى تسفر عنها البحوث . وهذا التوسيع الرأسى والأفقى الحتمى لعامل المعرفة هو أساس تفاؤلى فيما يتعلق بمستقبل التنمية على المدى الطويل (١٨) .

تحليل النظم الاجتماعية :

وتظهر المجموعة الثانية من أسباب هجرة الكفاءات من تحليل النظم الاجتماعية فى كل من العالم النامى والعالم المتقدم . ففى العالم النامى ، نجد أن عدم الاستقرار السياسى والحروب والنظم الاجتماعية الرجعية ، والأنماط الثقافية الطبقية ، تساعد كلها على أبعاد النخبة المفكرة عن المجتمعات وتؤدى إلى هجرة الأفراد المهرة إلى مجتمعات تتميز بنظم سياسية واجتماعية وثقافية أقل إثارة للسخط . وإذا شئنا الصراحة ، فان مشكلة النظم التى يواجهها الأفراد المهرة تتبدى فى البطالة الكلية والبطالة الجزئية وسوء التوظيف مما تتعرض له مهاراتهم الهامة بسبب عيوب النظام التعليمى وانعدام التخطيط العلمى أو ضعفه، والنظم السياسية والاجتماعية الرجعية ، وبوجه أعم بسبب العلل الناشئة عن التخلف ، بما فى ذلك الإنفجار السكانى . وهذه العلل النظمية تنمى بدورها الاتجاه الشخصى فى المثقف بدلا من أن تنمى فيه الاتجاه المجتمعى ، فيركز الفرد اهتمامه على حاجاته وتطلعاته الفردية ويتجاهل التحديات الوطنية والأهداف الاجتماعية التى لا يقل التزامه نحوها عن التزامه نحو حاجاته وتطلعاته الفردية . ومن ثم فان قراراته الشخصية والمهنية والعائلية تتحكم فيها القوى الفردية والقوى المضادة للوطنية ، كما تؤكده دراسة الجمهورية العربية المتحدة حين تربط بين هجرة كفاءاتها وبين عدد من الحقائق التى لوحظت ، مثل تغيير برامج الدراسة والبحث أثناء الدرس فى الخارج ، وقبول التوظف والزواج فى الخارج . وبذلك يعجز الفرد عن إدراك واجباته والتزاماته نحو مجتمعه الذى يعد صاحب الفضل فى تعليمه وتدريبه ومهاراته المكتسبة ومن ناحية أخرى، فان النظم فى العالم المتقدم تشجع بالإغراء هذه الحوافز والاتجاهات الفردية، حيث نلاحظ أن تشريعات الهجرة التى سنها خلال السنوات الخمس الأخيرة تبدو وكأنها أعدت خصيصاً لاجتذاب الكفاءات من العالم العربى ، وكما لو كانت تلوح بصحفة من القشدة الشهية أمام عينى طفل ظمآن دهمته عاصفة رملية .

تحليل النظم التعليمية :

إن هجرة الكفاءات من العالم العربى والعالم النامى يجب أن ينظر إليها أيضاً فى إطار النظم التعليمية . فالمعاهد التعليمية والعلمية فى العالم النامى ، ولا سيما جامعاته ، تعتبر أرضاً خصبة لإثمار هجرة الكفاءات . فجهود النظام الجامعى والافتقار إلى جو الدراسة والبحث، والأساس غير الأكاديمى للترقى ، والقرارات الخاطئة بشأن أولويات البحوث ، والبيروقراطية السافرة والتوانى فى الدوائر العلمية ، والمركز

(١٨) T. Kristensen, The Brain Drain and Development Planning, I.I.E.P., UNESCO, Paris, 1968.

الاجتماعي الذي يحتله العلماء القدامى والتقاليد البالية التي يتبعونها وأسلوب معاملتهم للعلماء الشباب، ومناهج الدراسة العتيقة الجامدة، كل هذه العوامل تجعل من النظم التعليمية والعلمية دافعاً إلى هجرة الكفاءات من بلادنا. وقد أدى هذا الوضع المحزن المفجع، بالعالم العربي الذي أشرت إليه من قبل إلى أن يصرح في الدراسة التي أجراها بأن فقدان الدول النامية لعلمائها الشبان عن طريق هجرة ذوي الكفاءات بعد أن يكونوا قد اشتغلوا بالتدريس فيها بضع سنوات لهو خير لها من أن يتحولوا هم أنفسهم إلى مناهضين للعلماء[١٩].

وبالمثل فإن نظم التعليم في الدول المتقدمة تسهل هجرة الكفاءات إلى تلك الدول. فالتدريس، والتدريب، والبحث المتاح في جامعات هذه الدول وفي مراكزها العلمية ترتبط بطبيعة الحال بمشكلات إقتصادها. ذلك أن التدريب هناك يشمل مجالات الزراعة والطب في المناطق المعتدلة أكثر من زراعة وطب المناطق الحارة، كما أن الأبحاث تعالج أمور الفضاء، والليزر، وبرامج العقول الألكترونية بما فيها البرامج المتصلة بصواريخ ديو، وسكايبرات، وأبوللو، وساتورن أكثر مما تعالج مشكلات الصناعة الصغيرة والمتوسطة والمشكلات الزراعية — الصناعية التي تواجه العالم النامي. وينتج عن ذلك تقرير الطالب بالبقاء والعمل في مجال التخصص الذي اكتسبه. وربما كانت هذه الدراسة غير المخططة في الخارج وهذا التعليم الدولي غير المرسوم من الأمور التي تضيف إلى رصيد التفاهم الدولي، غير أنهما لا يساهمان بشيء في تنمية العالم الثالث. وتكمن المأساة الحقيقية في أنه كما بذل عميد الطلبة الأجانب جهداً كبيراً وحقق نجاحاً أفضل لدى الطلبة القادمين من الدول العربية والآسيوية لكي لا يشعروا بالغربة، فإنه يساعدهم بهذا العمل وبغير وعي منه على اتخاذ قرارات عدم العودة إلى أوطانهم فيما بعد. إن نظام الدراسة في الخارج بأكمله أي بمفهومه وأوضاعه الحالية يمثل عاملا مشجعاً رئيسياً لهجرة الكفاءات[٢٠].

إن تصنيف هذه المجموعات الثلاث من الأسباب في نطاق عوامل الدفع والجذب التقليدية التي تعمل على إحداث هجرة الكفاءات أمر مفيد على اعتبار أنه يبين أن عدد ذوي الكفاءات العرب الذين يهاجرون تحت تأثير عوامل الجذب يقدر بحوالي ٢٫٠٠٠ إخصائي في كل عام، في حين ترجع هجرة الباقين، ويتراوح عددهم بين ٣٫٠٠٠ و٥٫٠٠٠ إخصائي إلى عوامل الدفع.

خطة العمل:

ما الذي تستطيع الدول العربية والعالم النامي والمنظمات أن تفعله بإزاء هذه العوامل العلية العميقة الجذور، لمواجهة ظاهرة هجرة الكفاءات في العالم العربي؟ لقد جرت في الشهر الماضي مناقشة حول القضية فيما يتعلق بالهند بيني وبين أحد ساستها القدامى، الذي فض المشكلة برمتها بمزيج من القدرية (ما الذي يستطيع أي إنسان أن يفعله لوقف هجرة الكفاءات من بلادنا؟ هل تستطيع اليونسكو وقفها؟) ثم بحماس وطني «إذا كان أولئك العاقون لا يرغبون في العودة إلى وطنهم ففي وسعنا أن نستغني عن خدماتهم». بيد أنني أعتقد على العكس من ذلك — إن في إمكاننا بل ومن واجبنا أن نضع خطة عمل لمعالجة هذه المشكلة.

---

(١٩) Trends in General, Technical and Vocational Education in the Arab States, UNESCO, Marrakesh, 1970.

(٢٠) يتبين من استقصاء عام ١٩٦٨ الذي أجراه المعهد الدولي للتربية أن الطلبة الأجانب الذين يمولون دراستهم بأنفسهم في الولايات المتحدة الأمريكية تبلغ نسبتهم ٦ أو ٧ طلبة مقابل كل دارس واحد موفد رسمياً. وتشير إجاباتهم إلى أن دراستهم في الخارج لا علاقة لها باعتبارات التنمية. ويتبين من تلك الإجابات أنهم يدرسون في الولايات المتحدة لتحقيق هدف شخصي، هو تأهيل أنفسهم لوظائف أفضل، بصرف النظر عن المكان الذي توجد فيه هذه الوظائف.
Exporting Technical Education, I.I.E., New York, 1968.

التعليم في الدول العربية :

إن إصلاح النظام التعليمي من التدابير التي ستساعد على وقف هجرة المواهب . غير أنه يجب أن أوضح هنا أن الحاجة إلى إعادة تنظيم التعليم تنبع من عدة اعتبارات هامة وأساسية كرس العلم الدولي للتربية لدراستها ، وسوف يوليها مؤتمر الوزراء العرب في مراكش اهتمامه . وتنطبق هذه الملاحظة على كل مقترحات العمل التي أقدمها في هذا القسم . إن هجرة الكفاءات مجرد ناقوس خطر ينبه للحاجة إلى الإصلاح المنشود في جميع الجبهات ، سياسية كانت أو اجتماعية أو ثقافية . لكنها ليست السبب الداعي إلى الإصلاح[٢١] . بيد أن لنظام التعليم دور رئيسي في نجاح التدابير التي تتخذ للحد من هجرة الكفاءات . وقد أوحى مكتب الجامعة العربية بهذا التدبير عندما دعاني إلى التحدث إليكم في هذا المؤتمر ، بجعل العنوان الفرعي لموضوع حديثي : «استخدام التقنيين المتوافرين في كل التخصصات» . إن التوسع في التعليم في جميع مراحله حقيقة حتمية من حقائق التاريخ العربي . فلقد زاد عدد المفيدين في معاهد التعليم خلال هذا العقد بنسبة ٦٠٪ فارتفع من ٨٫٥ مليون طالب إلى ١٣٫٧ مليون طالب ، وزادت النفقات بنسبة ٦٧٪ فبلغت ١٫٢٠٠ مليون دولار . وهو رقم يمثل ١٥٫٧٪ من ميزانيات الدول العربية ، و ٤٫٨٪ من إجمالي دخلها القومي[٢٢] . وسوف تستمر هذه الزيادة .

وتتمثل المشكلة الجديدة في العمل على أن يكون النظام التعليمي وسيلة لتطوير واستخدام الموارد البشرية التي تحتاج إليها تنمية العالم العربي في الحاضر والمستقبل . ويتطلب ذلك تخطيط التعليم والموارد البشرية تخطيطاً شاملا ودقيقاً ، وتعديل نطاق الفرق الدراسية ، والتخصصات ، والمزج بين مواد الدراسة ، بحيث يكون لكل سنة دراسية بعد المرحلة الابتدائية عمل مقابل ومتاح للطالب الذي يستطيع الاختيار بين مواصلة دراسته وبين ترك المدرسة والنزول إلى سوق العمل . ومن المؤكد أن إعادة تنظيم التعليم على هذا النحو سوف تتطلب إعطاء الأولوية في الخطة الوطنية للبرامج الهادفة إلى تنمية العمالة تنمية شاملة ومركزة ، بحيث يتسع مجال العمل أمام التقنيين . وهذا يعني بدوره توجيه اهتمامنا إلى نوعية النظام التعليمي بحيث يلبي المتطلبات السياسية والاجتماعية والاقتصادية والمعنوية للعالم العربي في غده ومستقبله . وأن وثيقة اليونسكو المقدمة إلى مؤتمر مراكش تعرف التعليم الجيد بأنه التعليم الذي تتوافر فيه خمس مقومات رئيسية ، هي : مستوى التحصيل وجدوى المادة ، والتوازن ، والبقاء ، والتكرار . وسوف يؤدي التركيز على النوع في الأمد الطويل إلى نتائج تساعد أيضاً في حل المعضلة المقلقة للتقنيين والصفوة . وهي الخاصة بالتوفيق بين الميول الفردية وبين الاحتياجات الوطنية من اليد العاملة . وسوف يساعدنا جزئياً على إقامة وتوسيع النظم التي تكفل تهيئة الحوافز على تحقيق أهداف الفرد والمجتمع على السواء .

وثمة حاجة أيضاً إلى برنامج عمل إيجابي للدول العربية يساعد علماءها وطلبتها الذين يدرسون في الخارج على اتخاذ قرار بالعودة إلى بلادهم ليصبحوا جزءاً من الموارد البشرية التي تعتمد عليها تنمية العالم العربي اعتماداً جوهرياً . وفي هذا الصدد توصي الدراسة المقدمة من الجمهورية العربية المتحدة بإعطاء الإخصائيين العائدين وظائف ملاءمة ومرتبات مناسبة وبأن تتحمل الدولة تكاليف عودتهم مع أسرهم . وبأن يحتفظ لهم بوظائفهم في بلادهم في الوقت الذي يعملون فيه في الخارج كلما كان ذلك مناسباً . كما توصي قبل كل شيء بأن تطبق الحكومات العربية سياسة مستمرة لتوجيه طلبتها وإرشادهم أثناء تدريبهم في الخارج .

---

(٢١) يقول المثل الجاري في قريتي بولاية تاميلنادو « إذا ما أهدى إليك سوط ثمنه نصف روبية فلا تشتر لتجربته حصاناً ثمنه مائتا روبية » .

(٢٢) انظر الهامش رقم (٨) .

العلم فى الدول العربية :

وهناك ميدان آخر للاصلاح له صلته بهجرة الكفاءات من البلاد العربية . ذلك هو ميدان السياسة العلمية . وإنى هنا أناشد أولا العلماء والتقنيين أنفسهم . إن العلم دولى فى مضمونه ولكنه وطنى فى تطبيقه . وهم يعلمون هذا تماماً من برامج البحث التى يساهمون فيها أثناء وجودهم فى الخارج . ليس للعلم وطن . ولكن للعالم وطنه . وأولى علامات العالم أن يدرك حق الإدراك جذوره الوطنية والاجتماعية . وديونه والتزاماته نحو وطنه ومجتمعه . وعلى هذا الأساس يتعين على الدول أن تضع حداً لسياستها الماضية والحاضرة فى حرمان قطاع العلم والتكنولوجيا من الاعتمادات أو التزام سياسة التقتير عليه . ذلك أن ثمة حد أدنى حاسم لحجم الموارد التى يحتاج إليها العلم كى يثبت جذوره . ولكى يستخدم العلماء والتقنيون مهاراتهم فى تنمية بلادهم . وبالإضافة إلى المعدل البالغ ٥ إلى ٦٪ من الدخل الوطنى الاجمالى المعتاد تخصيصه للتعليم . فان ذلك الحد الأدنى الحاسم للعلم والتكنولوجيا يتراوح بين ٥ر٠ فى المائة من الدخل الوطنى الإجمالى للعالم العربى

إن وضع العلماء والتقنيين يحتاج إلى تنظيم . وخاصة فيما يتعلق بمستويات أجورهم ؛ بحيث يشعرون أنهم أعضاء فى مجتمع يحتاج إليهم ويؤدون دورهم فيه . ويجب أن يجرى إصلاح النظم الجامعية والعلمية على وجه يكفل تطعيم المجال العلمى الوطنى فى كل بلد وعلى نحو مستمر بالشباب من التقنيين والعلماء ، وتوفير الحوافز وفرص الترقى امامهم . وهناك نظم معينة ينبغى تطويرها ، مثل نظام مجمع العلماء الذى يمكنه استقبال العلماء والتقنيين ورعايتهم لدى عودتهم إلى وطنهم ، حتى تخلو لهم وظائف تحتاج إلى مهاراتهم العالية . إن بعثات الدراسة فى الخارج ، وخاصة كثرة الدارسين الذين يتكفلون بالإنفاق على أنفسهم (وتقدر نسبتهم بما يزيد على ٨٠ ٪ من الدارسين فى الخارج) . هذه البعثات تحتاج إلى التوجيه والإشراف (عن طريق الانتقاء ،وجوازات السفر ، وقواعد صرف العملات الأجنبية) ، بحيث تكون الدراسة فى الخارج مرتبطة حقاً بالاحتياجات الوطنية من القوى العاملة واستخداماتها وهادفة إلى سد نواحى النقص فى فرص التدريب داخل المنطقة . وفيما يتعلق بالتدريب على المستوى الإقليمى ، فان له فى العالم العربى تقاليد طيبة . ويبين الجدول رقم ٣ أن هناك ٠٠٠ر٢٣ طالب عربى يتدربون فى الغرب ، ويضم العامود الثانى ٠٠٠ر٣٧ طالب عربى يدرسون فى جامعات عربية خارج أوطانهم . ويجب ألا يسمح فى الأحوال العادية بالدراسة خارج المنطقة إلا بالنسبة للدراسات والبحوث فى المستويات الجامعية العليا ، وفى المجالات المتصلة بتنمية العالم العربى ، والتى لا تتوفر سبل إجرائها فى إقليم . وثمة حاجة أيضاً إلى إعادة النظر فى حركة الترقية المستمرة التى يبدو أنها استقرت لدينا فى نظم العلم والتعليم ، والتى أسفرت عن تحول المدارس إلى كليات . والكليات إلى جامعات . ويتحول تدريب التقنيين إلى تعليم هندسى يتوج بدبلوم عال. ويتحول هذا التعليم بدوره إلى هندسة بحوث وتصميم . وإذا سرنا على هذا المنوال . فقد نبلغ قريباً مرحلة لا يكون لدينا فيها سوى حملة شهادات الماجستير ودكتوراه الفلسفة. إن الحاجة ملحة فى بلادنا جميعاً إلى تقنيين ومشتغلين بالعلم على مستوى متوسط . مما يدعو إلى إعادة توجيه معاهدنا العلمية والتقنية للوفاء بهذه الحاجة . وفضلا عن ذلك فان من نتائج التخلف والمرحلة الانتقالية التى نجتازها أنه سيوجد دائماً عدد من العلماء والتقنيين يزيد عن إمكانيات التوظف القائمة فى الجامعات والمؤسسات والحكومة . وأنا شخصياً أشجع وجود هذا الفائض كأمر جوهرى لعملية التنمية ، وأدعو فى سبيل الوفاء باحتياجات هؤلاء العلماء والتقنيين إلى وضع نظام للقروض والتسهيلات الائتمانية العلمية والتقنية ، بغية إبراز وشحذ القدرة على الابتكار والمبادرات الطوعية والخاصة

لديهم ، باعتبـارهم مجددى مجتمعنا القـادرين على إقامة مشروعات زراعية صناعية فى المناطق الريفية ؛ وعلى التضامن سوياً لتطوير مؤسسات صناعية . وتـكوين هيئات استشارية وشركات من التقنيين والمهندسين تتولى دراسة مشروعات التنمية المتعثرة فى الخطتين الحالية والقادمة ووضع مسوداتها . وإجراء الدراسات عن إمكان تنفيذها . وقد قدمت بعض الاقتراحات فى هذا الشأن إلى لجنة التخطيط الهندية بغيـة التوسع فى الانتفاع بالعلماء والتقنيين فى الهند[٢٣] .

العمل خارج حدود الوطن وعلى المستوى الدولى :

إن هجرة الـكفاءات دعوة إلى العمل موجهة إلى العمل موجهة إلى البلاد النـامية والهيئات الدولية . فمن أهداف حديثى أن أوضح هجرة الـكفاءات ليست مشكلة الجمهورية العربية المتحدة وحدها . ولا مشكلة العالم العربى وحده . وإنما هى مشكلة دولية تمس جميع الدول النامية والمتقدمة وكل المجتمعات . غنية كانت أو فقيرة . ومن ثم فان برنامج العمل فى موضوع هجرة الـكفاءات يجب أن يكون دولياً . وهذه هى الفـكرة الأساسية التى تتجه اليها مختلف الدراسات والتوصيات الصادرة عن معهد الأمم المتحدة للتدريب والتنمية . الذى يقود تفكيرنا ونشاطنا فى هذا الشأن داخل نظام الأمم المتحدة[٢٤] .

إن على البلاد المتقدمة ، وخاصة تلك التى تجتذب الكفاءات ، أن تصلح نظامها التعليمى وتوسع نطاقه ، حتى يتسنى لهـا أن تواجه من الداخل — وبصورة أوفى — احتياجاتها السريعة النمو من القوى العاملة الماهرة . وينبغى لمعاهدها وجامعاتها أن تعمل الى أقصى حد ممكن على توفير برامج تتفق واحتياجات البلاد النامية . وقد يتطلب هذا خفض أعداد الطلبة الأجانب لتحسين نوع التدريب المقدم وتـكييفه بما يتفق والاحتياجات. وعلى هذه البلاد واليونسكو معاً مساعدة العالم العربى تخطيط واستخدام موارده البشرية وإصلاح التعليم فيه وتوسيع نطاقه .

إن على البلاد المتقدمة واليونسكو وغيرها من الأمم المتحدة أن تتعاون مع البلاد العربية فى تدعيم إمكانياتها العلمية والتقنية . وإرساء قواعد الأجهزة التنظيمية اللازمة لذلك . وهذا هو المجال الذى ينبغى فيه زيادة منح البحوث المقدمة للجامعات العربية وتنمية الطاقات الـكامنة للتدريب والبحث فى كل المؤسسات العامية والتقنية . وعلى اليونسكو وغيرها من أجهزة الأمم المتحدة وعلى البلاد الصناعية أن تقدم المزيد من العون المالى والعلمى فى الجامعات العربية . ولإقامة روابط بينها وبين الجامعات فى العرب لتهيئة الجو الذى يكفل الاحتفاظ بالعلماء والتقنيين العرب والاستفادة منهم على أكمل وجه وأن استخدام المهاجرين والتقنيين من العرب فى صالح هذه المنشآت نفسها ، إذ أن فى وسع المهاجرين العرب أن يجمعوا بين المهارات العالية وبين الدراية بحالة الأعمال والظروف التقنية المحلية .

ولليونسكو ثلاث مبادرات حديثة العهد وذات صلة بهذا البرنامج الهادف الى استخدام العلماء والتقنيين العرب على وجه أكمل ، سواء فى ذلك من هاجروا منهم أو المقيمون فى أوطانهم . فبموجب برنامج لمكافحة هجرة الـكفاءات . يعاد العلماء والتقنيون المهاجرون إلى أوطانهم الأصلية لفترات قصيرة يقومون فى أثنائها بالتدريس والبحوث وأعمال التنمية . وذلك كاختبار لجهود طويل الأمد لإعادتهم اختيارياً إلى أوطانهم كذلك يقام بالبلاد النامية مراكز للتنمية والبحوث التى تجمع بين عدة فروع علمية لمساعدة هذه البلاد على استكمال الحلقات المفقودة بين العلم والتنمية وبين التقنية والإنتاج .

(٢٣) Unemployment of Engineers in India, Journal of Scientific and Industrial Research, vol. 27, 1968, New Delhi.

(٢٤) Outflow of Trained Personnel from Developing Countries, A/7294, United Nations, New York, 1968.
Brain Drain : BT/VII/B. UNITAR, New York,

وعلى الاستفادة بما لديها من مواهب علمية وتقنية بصورة أكمل وأجدى فى خدمة الانتاج . وقد اقيم أول مركز من هذا القبيل فى أمريكا اللاتينية . وهناك خطط حالية لإقامة ثلاثة مراكز مماثلة فى آسيا . كما تجرى الآن دراسة إصدار وثيقة دولية لتنظيم وضع العلماء . وإذا تمت صياغة هذه الوثيقة وإقرارها من جانب المؤتمر العام وتصديق الدول العربية عليها . فانها سوف تغدو عندئذ إجراء وقائياً وعلاجياً هاما .

كما ينبغى للبلاد المتقدمة أيضاً أن تعيد النظر فى سياستها الخاصة باستقبال المهاجرين ، وتشير دراسة الجمهورية العربية المتحدة إلى أنه لاتوجد هجرة كفاءات إلى الاتحاد السوفييتى وأوروبا الشرقية والبلاد الاسكندنافية،وإنما الأمر كله يتعلق بعدد قليل من المجتمعات الغالية التصنيع . ومن المتفق عليه عامة اليوم أنه ينبغى لها إعادة النظر فى جوانب الانتقاء والتيسير والحفز فى تشريعات الهجرة التى تصدرها . وإنى أوصى أن توضع هذه الجوانب من سياسات الهجرة بالتعاون مع البلاد النامية التى تتأثر بها ، وأن تكون موضع مفاوضات تفصيلية واتفاقات ثنائية مع تلك البلاد ، وأن تبنى على الأساس السليم الذى يقضى بعودة الطلبة والدارسين الموفدين للبحث والتدريب إلى أوطانهم بعد انتهاء دراستهم . وإن التزام البلاد المقدمة إزاء التنمية ومصلحتها الذاتية فى انتعاشها ليتطلبان فى جوهرهما هذا الإجراء .

إلا أننى يجب أن أعترف مع ذلك بان لدى إحساساً خفياً بعدم إمكان التشريع لهجرة الكفاءات إلا فيما يتعلق ببعض الجوانب الثانوية والظاهرة الضرر . ومازال هذا قائماً لدى بالرغم من مناقشة لا تنسى جرت بينى وبين عالم سوفييتى ، شبه العلاج الذى أدعو إليه بإعطائى زوجتى تلتهم بيتى ، دون أن أعبأ بالكشف عن ما يغذى النار ويزيدها اشتعالا . وبعد أن حذرنى من تحيزاتى البرجوازية (التى أعترف بها بصراحة)،مضى يصف السياسات العلمية وسياسات القوى العاملة التى اتبعت فى بلاده فى عهد ستالين ، والتى سببت المصاعب لنخبة المجتمع السوفييتى وانتقدت بعد ذلك داخل البلاد وخارجها ولكن لولاها — على حد قوله — لما بلغ العلم السوفييتى المركز المستقل الذى يحتله اليوم .

أما فى نظرى ، فان هجرة الكفاءات مشكلة إنسانية وثقافية ومعقدة ، يكتنفها اليوم الكثير من العوامل المجهولة . وبالتالى فان مهمتنا الأولى فى ظل قيادة التنسيق التى يتولاها معهد الأمم المتحدة للتدريب وتنميته هى أن تعمل اليونسكو وأسرة الأمم المتحدة والدول الأعضاء والهيئات الخاصة على تسليط الأضواء الفاحصة على هذه المشكلة الملحة فى وقتنا الحاضر ، بجمع المعلومات واستيفاء الإحصاءات وفحص النماذج ودوافع رأس المال البشرى وأسواقه . وإنى لآمل أن تكون الخريطة التى تقوم اليونسكو الآن على إعدادها لحركة الانتقال الحر للطلبة والدارسين ، عوناً لمن يتحدث من المنظمة مستقبلا أن يقيم تحليله وتوصياته على أساس من الإحصاءات والنظريات أكثر ثباتاً مما أتيح لى اليوم .

ولكننا نستطيع العودة إلى مهامنا اليومية ونحن مقتنعون بأمر واحد — هو أن مشكلة هجرة الكفاءات جزءاً من مشكلة التنمية بمعناها الواسع — تنمية شعوبنا وبلادنا ومنطقتنا وعالمنا ، أن العقد الثانى للتنمية يتيح لنا فرصة ثانية للعودة إلى ذلك النهج الشامل للتنمية . وهو يقدم لنا أهل البلاد النامية مفهوم وإطار العمل من أجل تهيئة ظروف عادلة وباقية للسلام ، وإصلاح أنظمتنا السياسية وهيا كلنا الاجتماعية وأنماطنا الثقافية إصلاحاً ثورياً ، بحيث يتسنى لنا أن نتقدم ، لا أن نركد أو ننتكس . كما أن هذا العقد يمكن أن يساعدنا على وضع استراتيجية للنمو تكفل توفر الشروط التى لا بد منها للتنمية . وهو يستطيع أن ينقلنا من الحسابات السلبية المستحيلة للخسائر التى ألحقتها بنا

هجرة الـكفاءات — وأقول مستحيلة لأننا لا نستطيع بالفعل حساب قيمة ما فاتنا من تنمية على الرغم مما نستخدمه من أدوات معقدة خاصة بالأثمان المقدرة وبتكاليف الفرص — إلى نقطة التلاقى الإيجابى بين الإرادتين الوطنية والدولية للتنمية ، وكلاهما تهيب بذوى المهارة بين ظهرانينا أن يبذلوا أقصى ما فى طاقتهم ، وتستغرقهم بالفعل حتى تتعذر عليهم العودة فى الميعاد إلى بيوتهم وزوجاتهم وأولادهم ، فضلا عن الرغبة فى الرحيل إلى الأراضى البعيدة والمراعى الخضراء . أما بالنسبة للدول المتقدمة فان عقد التنمية الثانى فرصة جديدة للتعاون فى جميع مهام التنمية المتعددة الجوانب ، ابتداء من تعضيد السلام ونزع السلام إلى حقوق الانسان ، إلى التركيز فى مجال التنمية على التوسع فى تقديم المعونة وزيادة التبادل التجارى وتحسين شروطه ، ومد آجال السداد وإعادة التمويل فيما يتعلق بديون العالم ثالث المحروم . أما بالنسبة لأسرة الأمم المتحدة ، فان العقد دعوة ثانية لتولى الأمانة بعنايتها بالمحافظة على استراتيجية التنمية وأهدافها الـكبرى ، والعمل فى كل جبهاتها السياسية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية ، والتربوية والعلمية ، من أجل ضمان النمو المطرد والسلمى للاقتصاد العالمى .

* * *

اعداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلمية المعاونة

دكتور/محمد محمد حسان و دكتور/سيد رمضان هدارة

أحدث التطور المذهل فى تقدم البحث العلمى ، وانعكاسه المباشر على حياة الأفراد اليومية ، تحولا جذرياً فى نظم وتقاليد هذا المجال من النشاط البشرى . فقد أدى ازدياد المعرفة ، وتقدم التكنولوجيا ، وتراكب فروع العلم المختلفة وتشابكها إلى الإيمان بأهمية العمل الجماعى، والتسليم بانتهاء عصر الاختراعات الفردية . وكان أهم نتيجة لذلك أن أصبح البحث العلمى مهنة كباقى المهن الأخرى كالطب والهندسة والمحاماة .

ومن المسلم به أن أية مهنة لا يمكن أن تقوم على جهود فئة واحدة من المتخصصين فيعمل وراء تلك الفئة فئات عديدة من ذوى التخصصات المختلفة فى نظام متكامل لا يمكن الاستغناء عن أى عنصر من عناصره .

والبحث العلمى لا يختلف إطلاقاً عن المهن الأخرى فى اعتماده على أجهزة معاونة تتضمن تخصصات متفاوتة . ومع كل فهو يختلف عن المهن الأخرى فى مشكلة توفير تلك الأجهزة المعاونة فمهما يقال من مشاكل تدريب أفراد الأجهزة المعاونة للمهن التى أرسيت قواعدها ، لا يقارن فى ضآلته أمام مشاكل توفير وتدريب الأجهزة المعاونة للبحث العلمى وخاصة فى الدول النامية وذلك لأسباب عدة منها :

١ — أدى التقدم السريع فى العلوم الطبيعية إلى ضيق مجالات التخصصات مع تضاعفها بصورة كبيرة وتشابكها فى الوقت نفسه . وهذا أدى بدوره إلى احتياج الباحث إلى مهارات تعمل متكافئة معه تسد النقص الذى أحدثه حصر اهتمامه فى مجاله الضيق .

٢ — إن التكنولوجيا تتقدم بخطى واسعة، ولا يمكن لأحد أن ينكر مآثر هذا التقدم ولكنه مع ذلك يخلق مشاكل عديدة فى تدريب أفراد الأجهزة المعاونة إذ أنه فى كثير من الأحيان يقلب أسلوب العمل أو الطريقة المتبعة رأساً على عقب فى خلال فترة زمنية قصيرة .

٣ — تعدد المهارات المتخصصة التى يحتاجها الباحثون كيفاً مع قلة عدد المطلوب من كل نوع .

ولعل هذه الأسباب التى سقناها على سبيل المثال لا الحصر تبين لنا ضخامة المشكلة التى نحن بصددها ، وتلقى ضوءاً على الطريق الذى قد يؤدى بنا إلى حلها كلياً أو جزئياً .

١ ـ أنواع الخدمات المعاونة للبحث العلمى :

يسهل علينا التعرف على أنواع الخدمات التى يتطلبها البحث العلمى ، إذا ماناقشنا باختصار توصيف هذا المجال للنشاط البشرى . فالبحث العامى هو السعى للتعرف على المجهول باتباع أسلوب معين هو ما نسميه الطريقة العلمية . ولهذه الطريقة أركان معروفة نلخصها فيما يلى :

١ر١ — استقصاء ماسبق معرفته عن المشكلة موضوع البحث ، وتحديد معالم تلك المشكلة .

٢ر١ — وضع خطة العمل وتصميم التجربة التى تعطينا البيانات المطلوبة .

٣ر١ — إجراء المشاهدات .

٤ر١ — تحليل المشاهدات .

٥ر١ — استخلاص النتائج وصياغتها فى الصورة القياسية من معادلات رياضية أو رسومات أو صور .

٦ر١ — ربط النتائج بالنظريات أو بالتطبيق الميدانى .

وفى كل مرحلة من تلك المراحل يحتاج الباحث العلمى إلى المعاونة من ذوى المهارات التخصصية والخبرة فهو يحتاج طبقاً للترتيب السابق إلى :

— الإخصائيين فى أعمال التوثيق العلمى والخدمات المكتبية .

— الورش المعدة إعداداً مناسباً من ناحية المعدات والمهارات الفنية .

— فنيين على قدر كاف من الخبرة الفنية والأمانة للمعاونة فى تشغيل الأجهزة وصيانتها وتحضير المواد وإجراء القياسات .

— إخصائيين فى الحساب الآلى .

— رسامين ومصورين .

وبتصور الأعمال التى يؤديها هؤلاء المعاونون يمكننا الوصول إلى تعريف عام للفنى المطلوب : وهو الفرد الذى يجيد تنفيذ عملية واحدة أو بضعة قليلة من العمليات بمهارة عالية . ويتفاوت المستوى الثقافى والعلمى للفنى باختلاف العمليات التى يؤديها فيمتد المستوى من أرقى الدرجات الجامعية إلى المستوى الحرفى .

٢ - توصيف الفنيين :

يتوقف الأسلوب الذى يتبع فى توفير الفنيين وتدريبهم على الأعمال التى يقوم بها هؤلاء الفنيون ومن ثم فتوصيف أعمال كل فئة أمر لازم قبل مناقشة أى موضوع خاص بمؤهلاتهم وتدريبهم ونورد فيما يلى بعضاً من المهام الرئيسية التى يضطلع بها .

١ر٢ — الاخصائيون فى أعمال التوثيق العلمى والخدمات المكتبية :

— الفهرسة الصحيحة للدوريات والنشرات والمطبوعات العلمية .

— تلخيص البحوث المنشورة فى موضوعات التخصص المختلفة وتيسير تداولها وتوافرها لدى الباحثين .

— الترجمة العلمية .

— المعرفة بمصادر المعلومات ودور النشر .

— النشر العلمى .

— تصوير المستندات بكافة أنواعها .

٢ر٢ — أعمال الورش :

ليس ثمة شك فى أن الباحث العلمى يحتاج فى الكثير من أعماله إلى ورش معدة الإعداد المناسب لتنفيذ أفكاره وإظهارها للوجود . وتختلف ورش البحوث العلمية عن الورش الإنتاجية فى أمر واحد ولكنه جوهرى . فبالإضافة إلى المهارات الصناعية فى التخصصات المهنية المختلفة كالبرادة والخراطة ونفخ الزجاج إلى آخره . وبالإضافة إلى القيادة

الهندسية القادرة على التصميم ، تستلزم الظروف فى الكثير من الأحوال إلى وجود حلقة اتصال بين الباحث العلمى والقائمين على التصميم والتنفيذ وخاصة فى مجالات البحوث البعيدة عن العلوم الفيزيقية والهندسة ، ويجب أن تتوافر فى من يؤدى هذه المهمة الصفات التالية :

— إلمام تام بالأسس الفيزيقية والتكنولوجية .

— القدرة على تحليل رغبات الباحث العلمى وتحويلها إلى وسائل مبنية على عملية قابلة للتصميم والتنفيذ .

— قوة الملاحظة والقدرة على الربط بين مشاهداته ، واستيعاب أهداف الباحث العلمى وإرشاده إلى أيسر الطرق لحل مشكلته من خبرته فى معالجة المسائل المماثلة فى المجالات الأخرى.

— القدرة على تفهم اللغة العلمية لمجالات العلم المختلفة وترجمتها إلى اللغة التكنولوجية التى يستطيع فهمها القائمون بالتصميم والتنفيذ .

٣ر٢ — فنيو المعامل :

يحيط بمفهوم فنى المعمل قدر كبير من اللبس سواء فى مهامه أم فى مستواه العلمى والاجتماعى ، ويرجع هذا اللبس إلى التفاوت الكبير بين مهام الفنى فى مختلف مجالات البحث وعدم وجود حدود واضحة لواجباته أو لمستواه العلمى والثقافى ففى بعض الأحيان يطلب إليه القيام بعملية على أرقى مستويات المهارة كتشغيل جهاز معقد (كالميكروسكوب الالكترونى مثلا) أو تحضير العينات والشرائح فى العلوم البيولوجية أو رصد نتائج بعض التجارب . وفى أحيان أخرى تنخفض بواجباته إلى مجرد المهارة المعملية ، كتحضير شرائح الصخور أو تحميض الألواح الفوتوغرافية ، أو إعداد معدات تجربة وما إلى ذلك . ومن هنا كان اللبس . وهذا يتطلب منا وقفة طويلة ونظرة أعمق ، عسى أن نصل فى دراستنا إلى حل يقتضى التغلب ولو جزئياً على كثير من الصعاب التى تواجه الباحث من ناحية توافر الفنى المناسب ، والشكاوى المتزايدة المطردة التى تعلو بها أصوات فئات القائمين بالمعاونة الفنية للبحث العلمى حالياً .

يمكن تلخيص المهام التى يناط بها مجموعة الفنيين فيما يلى :

— إعداد ماتتطلبه التجربة المعملية من أجهزة ومواد وترتيبات للظروف المحيطة وتركيبات خاصة ، طبقاً لما يتلقاه من تعليمات مقتضبة أو مسهبة من المسئول عن إجراء التجربة .

— إنجاز جميع الأعمال المخزنية . وهو حلقة الاتصال بين البحاث وجميع الأجهزة المعاونة الأخرى - إدارية وفنية .

— متابعة سير التجارب التى يطلب إليه متابعتها طبقاً لتعليمات محدودة ، خاصة بالظروف المنتظر أن تمر بها التجربة والتصرف الذى يتخذه فى حالة وقوع أى خطأ وربما تتطلب هذه المتابعة أخذ قراءات ، أو تغيير ظرف من ظروف التجربة .

— تشغيل الأجهزة وصيانتها ، وإصلاح الأعطال الظاهرة فيها .

— المهارة القائمة فى تحضير العينات أو الظروف التى يتميز بها مجال البحث الذى يعمل فيه .

— الإلمام العام بالأسس الأساسية لفرع العلم الذى ينتمى إليه البحث بالإضافة إلى المهارات السابقة .

٤ر٢ — الإخصائيون فى الحساب الآلى :

يناط بهذه الفئة الأعمال التالية :

— إجراء الحسابات الرئيسية باستخدام الآلات الحاسبة بأنواعها المختلفة .

— وضع برامج الآلات الحاسبة الالكترونية .

٥ر٢ — الرسامون والمصورون :

يقوم أفراد هذه المجموعة بالمهام التالية :

— عمل الرسومات الهندسية - والبيانية - ولا تقتصر هذه العمليات على مجرد النقل المطابق للرسومات بل من الضرورى أن يكون القائم بها على قدر كاف من المعرفة بأصول الرسم والتصميم التى تمكنه من تكوين رسم الجهاز المطلوب عن طريق رسومات تخطيطية يضعها الباحث .

— رسم المقاطع البيولوجية . ورسم الخرائط .

— أعمال التصوير والطبع وجميع مايتصل بهذا الفن من عمليات .

ونحن باستعراضنا لتوصيف الفنيين نجد أن الفئة الوحيدة التى تحتاج إلى دراسة عميقة للاعداد هى فئة فنى المعامل ، هذا بالإضافة إلى الفنى العلمى ذى المستوى العالى الذى يكون حلقة الاتصال بين الورش والباحث العلمى ، أما باقى الفئات فلا يحتاج تدريبها إلى معالجة خاصة بالنسبة لمجال العمل فى البحث العلمى ، فهى تخدم فى جميع قطاعات الأنشطة التكنولوجية والفنية ومشاكلها تتصف بالعمومية ولا تقتصر على مجال النشاط العلمى فقط - وعلى ذلك فسوف تقتصر دراستنا هنا على تحليل مشكلة الفنيين آملين الوصول إلى حل مرض .

٣ — تصنيف فنيو المعامل :

توحى النظرة الأولى للأعمال المطلوبة من فنيى المعامل بإمكان تصنيفهم إلى خمس فئات للقيام بالأعمال المبينة فى (٢ر٣) . وتضم كل فئة من الفئات الخمس تخصصات طبقاً لمجالات البحوث ، مثل العلوم الفيزيقية والكيماوية ، والبيولوجية ... الخ . ولكن ثمة اعتبارات تنظيمية واجتماعية كانت تحول دائماً دون حل مشكلة فنيى المعامل طبقاً لهذا التصنيف ، ونذكر من هذه العوامل مايأتى :

— تعدد التخصصات وقلة عدد المعامل لكل تخصص .

— يحتاج المعمل الواحد مهما صغر حجمه إلى عدد كبير من الأفراد ، وهذا أمر لايتفق مع واقع الأحوال من قصور الميزانيات ، وقلة العمل الذى يقوم به كل فرد .

— صعوبة الترقى وتحسين الأحوال الاجتماعية لأفراد تلك الفئات .

— تشابك الأعمال وضرورة توافر التعاون الكامل بين جميع العاملين وهذا أمر يصعب توافره بين المجموعة الكبيرة من العاملين خاصة إذا قل حجم العمل .

— صعوبة تنفيذ برامج التدريب الجماعية المستمرة المنتظمة لقلة العدد المطلوب من كل فئة .

وإزاء تلك العوامل نجد أن الأمر يحتاج إلى إعادة النظر فى التصنيف ومحاولة الوصول إلى تصنيف نتلافى فيه تلك الصعوبات جميعها أو أغلبها .

٤ — محاولة تصنيف أبسط :

ربمايكون تصنيف فنيو المعامل طبقاً لمستويات تدريبهم أنسب من التصنيف الموضوعى لمقابلة الصعوبات السابق ذكرها ، ولنوضح ذلك نحاول ترتيب المهام المناط بها للفئات المختلفة ترتيباً تصاعدياً طبقاً للمستوى التدريبى كمايلى :

— الإلمام بالجو العلمى ومعرفة أنواع الأجهزة والمعدات المستخدمة فى البحث العلمى .

— الإلمام بالأعمال المخزنية والإدارية .

— الإلمام بتفاصيل أنواع معينة من الأجهزة العلمية ، بغرض حسن الاستخدام والصيانة والإصلاح الخفيف .

— الإلمام بالقواعد الأساسية للطريقة العلمية وكيفية أخذ القراءات ومتابعة سير التجارب .

— التخصص فى تحضير العينات .

ويؤدى بنا هذا التصنيف فى الحال إلى نظام التدريب ووسائله التى تكفل الحصول على الفنى الكفء مع الاحتفاظ بالمستوى التدريبى والخبرة المناسبين للعمل المخصص له .

فالمستويات الأول والثانى يتطلبان تدريباً عاماً لا يحتاج إلى تخصص فى فرع من فروع العلم المختلفة ، وعلى ذلك يمكن إدماج هذين المستويين فى فئة واحدة تعتبر القاعدة التى يختار منها الأفراد الصالحين لمواصلة العلم التدريبى .

وليست هناك مشكلة فى إعداد هذه الفئة فى فصول منتظمة كنوع من أنواع التعليم الفنى إذ أن العدد المطلوب منهم سنوياً يبرر إنشاء فصول منتظمة مستمرة .

أما بالنسبة لتدارك باقى المستويات فربما يكون من الأفضل حث أفراد الفئة الأولى على السعى للتدريب تطوعاً وذلك بجعل الترقى من مستوى إلى آخر مشروط بالحصول على قدر كاف من المعلومات والخبرة . ولا داعى هنا إلى إنشاء فصول منتظمة أو تنفيذ برامج تدريبية جماعية ونفصل ذلك فيما يلى :

٥ – نظام التدريب التخصصى :

يبدأ فنى المعمل حياته الوظيفية بعد استكمال تدريبه طبقاً للبرامج التى توضع لذلك كنوع من أنواع التعليم الفنى (الفئة الأولى) . وبعد التحاقه بأحد المعامل العلمية ليمارس المهام التى يتضمنها المستويان الأول والثانى ، يعمل بحافز من نفسه على الارتقاء بمعلوماته وخبراته (طبقاً لمنهج محدد) للوصول إلى المستوى الثالث مع التخصص فى أنواع معينة محددة من الأجهزة ، وحينئذ يتقدم لامتحان تعقده إحدى الهيئات المسئولة (التعليم العالى أو البحث العلمى ...) ويمنح شهادة بذلك تؤهله إلى الحصول على ترقية وممارسة العمل الذى تدرب من أجله . ثم يستمر فى السعى إلى الارتقاء بمعلوماته وخبراته طبقاً لمنهج محدد أيضاً للوصول إلى المستوى الرابع أو الخامس ، ويتقدم لامتحان آخر للحصول على شهادة بذلك .

١ر٥ — مزايا نظام التدريب التطوعى التخصصى:

تتوافر فى النظام المقترح عدة مزايا نذكر منها :

كفاءة التدريب :

— الحافز الشخصى ، وذلك بجعل الحصول على شهادات التدريب شرطاً من شروط الترقى .

— التدريب الميدانى فى التخصص المطلوب ، وهذا بالإضافة إلى الاستزادة العلمية التى توضح كشرط لاجتياز الامتحان .

— صلاحية الفرد الواحد للقيام بأعمال متعددة ، وهذا هو الحل المناسب المعامل التى لا تحتمل كمية العمل فيها وميزانيتها تعدد الأفراد .

— التغلب على صعوبة التدريب الجماعى فى التخصصات الدقيقة المتشعبة ، فكل ما هو فى الأمر أن تتولى الجهة المسئولة فى الدولة وضع المناهج المناسبة للتخصصات المختلفة وعقد الامتحانات طبقاً لهذه المناهج .

— إفساح مجال الترقى للأفراد .

٦ — المناهج والامتحانات :

تختلف مواد الدراسة ومناهجها حسب المستوى والعمل الذى سيمارسه الفنى . وفيما يلى بعض الاتجاهات التى يمكن مراعاتها فى هذا الصدد .

١ر٦ — التدريب العام :

يختار أفراد هذه الفئة من الحاصلين على شهادة الدراسة الإعدادية (الفئة الأولى) وتنشأ لهم فصول خاصة تعنى بتدريس المواد الآتية نظرياً وعملياً :

الفيزياء والرياضة — الكيمياء – الأحياء (حتى مستوى الثانوية العامة) .

— الأعمال المخزنية وقواعد ولوائح وقوانين المخازن .

— الآلة الكاتبة وأعمال السكرتارية .

— اللغة الإنجليزية .

— استخدام العدد البسيطة مثل المبرد وكاوية اللحام ... إلخ . ومعالجة بعض العمليات الفنية الشائعة مثل التوصيلات الكهربية فى المنازل والمعامل . . . إلخ . هذا بالإضافة إلى اللغة العربية وبعض العلوم الإنسانية . ومن الممكن تخصيص بعض الفصول فى بعض المدارس الثانوية الفنية لهذا الغرض .

٦ر٢ — المناهج التخصصية :

— تشغيل وصيانة الأجهزة العلمية :

تبدأ إحدى الجهات المسئولة فى الدولة بوضع مناهج علمية تكفل ضمان الوصول إلى المستوى اللائق فى استخدام وصيانة الأجهزة العلمية على أن تنقسم تلك المناهج إلى قسمين :

قسم عام : ويتضمن دراسة تفصيلية للأسس الفيزيقية التى يكثر تطبيقها فى الأجهزة العلمية ، وبعض المواد الهندسية، كالرسم وأسس التصميم ، وكذلك بعض المواد التكنولوجية لخواص المواد شائعة الاستخدام والعمليات التكنولوجية الشائعة كاللحام واستخدام أجهزة الكشف والاختبار .

قسم خاص : ويتضمن دراسة تفصيلية لأنواع محددة من الأجهزة فيمكن مثلا أن يوضع منهج لأجهزة الطيف للعاملين فى المعامل الكيماوية والفيزيقية ومنهج لأجهزة القياس الالكترونية المستخدمة فى المعامل الكيماوية مثل جهاز قياس الأس الأيدروجينى ، ومقياس الجهد . . . إلخ . بالاضافة إلى تلك الدراسة التفصيلية يوضع منهج متقدم فى المحتوى العلمى لوظائف تلك الأجهزة والتعريف بالأغراض التى تؤديها وبطرق القياس بها وصيانتها .

- متابعة التجارب وأخذ القراءات وفحص العينات :

يتبع فى وضع المناهج الأسلوب السابق بأن يتكون المنهج من قسمين :

قسم عام : يتضمن منهجاً متقدماً للأسس العامة للقياس واستخدام أجهزة القياس الشائعة كالميزان التحليلى وميكروسكوب القياس ... إلخ . والتعريف بمصادر الخطأ ودرجة الصحة وتأثير الظروف المحيطة على النتائج والطرق الإحصائية التى يمكن بها تمثيل النتائج بيانياً .

قسم خاص : ويتضمن دراسة أعمق لفرع العلم التخصصى بغرض الوصول إلى مستوى مهارة لائق للقيام بمجموعة من العمليات الخاصة التى يمكن أن تجرى فى معمل تخصصى معين كإجراء التحاليل الكيماوية الكمية ، أو تحضير الشرائح ، أو تحضير مواد معينة تحتاج إلى مهارة خاصة كتحضير محاليل وعينات النظائر المشعة ... إلخ .

ويلاحظ أن امتحانات التدريب التخصصى تشمل العديد من التخصصات طبقاً لمهام المعامل المختلفة التى تمارس النشاط العلمى .

٧ — الصفات اللازم توافرها فى فنى المعمل :

تعتبر وظيفة فنى المعمل من الوظائف الحيوية التى لها مساس مباشر بأمن الأفراد والمنشآت والأموال ، لذا يجب أن يتميز القائم بها فى جميع المستويات بصفات خلقية أصيلة معينة منها :

— الأمانة المطلقة ، والصدق والشجاعة الأدبية فى تحمل المسئولية .

— القدرة على استيعاب التعليمات .

— الطاقة المطلقة فى تنفيذ التعليمات بدقة متناهية .

— قوة الملاحظة .

ويجب أن تكون تنمية هذه الصفات وتعميق جذورها من الأهداف الأساسية للتدريب خاصة فى مرحلة الفئة الأولى وذلك بإيضاح ارتباطها الوثيق بالعمل عن طريق الممارسة الفعلية ، وتبيان الأضرار التى تنجم عن التخلى عن أية صفة منها .

٨ — الملامح الأساسية للتدريب :

باستعراض مهام فنى المعامل نجد أن الجزء الأعظم منها يتصل اتصالا مباشراً باستخدام الأجهزة العلمية ، وصيانتها ، وأخذ القراءات ، أو إجراء عمليات بها ، ولذا يلزم أن يهتم التدريب أساساً ، خاصة فى مرحلة الفئة الأولى ، وبصفة عامة فى المراحل المتقدمة ، بتعميق جذور الأسس الفيزيقية التى يغلب

استخدامها فى الآليات المختلفة لأعمال الأجهزة ، دون الدخول فى تفصيلات علم الفيزيقا المتصلة بتفسير الظواهر ، هـذا بالطبع بالإضافة إلى القاعدة الأساسية لعلم التخصص ، والعلوم المساعدة الأخرى .

وعلى ذلك فيتوقف نجاح المناهج التدريبية على الهيئة التى تعد هذه المناهج والأفراد الذين يناط بهم هذا العمل ، فيجب أن يكونوا من القائمين فعلا بالبحوث العلمية كل فى تخصصه وأن يكون من بينهم إخصائيون فى العلوم الإنسانية والسيكولوجية .

٩ — التعاون بين الورش والباحث :

ذكرنا من قبل أهمية وجود فنى على مستوى عال يعمل كحلقة اتصال بين الباحث العلمى والقائمين بالتصميم والتنفيذ فى الورش ، وأوردنا بعض الصفات التى يجب أن تتوافر فى هذا الفنى العالى ، وربما يبدو صعباً توافر تلك الصفات فى الكثيرين من الأفراد ، إذ أن معظمها سليقياً فى أصله وتصقله الخبرة والتدريب . ومع كل فمن الممكن أن يقوم بهذا العمل الممتازون من فنيى المعامل الذين تتوافر هذه الصفات فيهم أصلا ونمتها خبرتهم وتدريبهم على مدى السنين وتعد دراسة تكميلية تؤهلهم للاعداد المطلوب . ولعل فى هذا الاقتراح حافز لهذه الفئة وفتحاً لطريق الترقى أمام أفرادها .

إن فنيو المعامل من أهم الدعامات التى تقوم عليها الأعمال العلمية فى مراكز البحوث والجامعات (تدريساً وبحثاً) والمصانع ، والمعامل العلمية الأخرى ، ومن أهم مشاكل تلك الفئة حالة أفرادها الاجتماعية وحدود سلم الترقى ، ولعل فى الاقتراحات السابقة ما يفتح الطريق أمامها فنياً واجتماعياً مع الحفاظ على خبرات أفرادها ، إذ أن الصعوبة تقع فى تحول الكثيرين من أفرادها عن هذا المجال وسلوك مجالات أخرى تؤدى إلى مستقبل أضمن . ولذا ينبغى على الحكومات ألا يقتصر اهتمامها على وضع برامج تدريبية ممتازة مع عدم وضع الضمانات الكافية للحفاظ على الصفوة الممتازة من العاملين فى هذا الميدان ، بل يجب أن يكون اهتمامها بوضع تلك الضمانات على المستوى نفسه من الأهمية .

إعداد الفنيين من أفراد الأجهزة العلمية المعاونة

للمهندس محمد محسن شلتوت
والمهندس ميشيل يوسف فرح
والمهندس محمد أحمد إبراهيم الخردجي

مقدمة :

لاشك أن مواصلة البناء الشامل للعالم العربي فى نطاق برامج التنمية والتصنيع يتطلب إلى جانب تحديد الأسلوب والبرامج التكنولوجية ضرورة إعداد وتدريب العمالة الماهرة والكوادر العلمية حتى يتواءم استغلال الموارد والخامات مع تأهيل القوى المدربة على الإنتاجية وكفايتها . ولاشك أن العالم العربى قد عنى بتثقيف العمال وتدريبهم لمساندة عجلة التصنيع كما سعت الجامعات لتطور نفسها بغية الاتجاه الأكبر ناحية التكنولوجيا والبحث التطبيقى إلى جانب استمرارها فى متابعة تعليم المواد الأساسية ولكن ظل إعداد الفنيين والمساعدين — وهم همزة الوصل بين الجامعيين والعمال — موزعاً توزيعاً عفوياً وفق اجتهادات الوزارات والمؤسسات .

ولقد عنيت المدارس الصناعية فيما مضى بتكوين طبقة من الخريجين كانت بالنسبة للربع قرن الماضى على مستوى بين الأداء والصلاحية لا بأس بها . بل قد برزت من صفوف خريجى المدارس الصناعية الثانوية والابتدائية مجموعة من فنيي النسيج والنجارة والحدادة كانوا دعائم بدء التحول الصناعى بعد الحرب العالمية الثانية فى أنحاء الوطن العربى . ولكن مع النمو السريع فى علوم العصر أصبح نظام هذه المدارس متجمداً غير متطور لاسيما بعدما تأكد نقص ورش هذه المدارس فى الأجهزة الحديثة للقياس والتشغيل الدقيق ، وكانت وزارة التعليم العالى عند انبثاقها من وزارة المعارف القديمة قد فطنت أيضاً إلى أهمية هذه الكوادر الوسطى فأنشأت معاهد اشتهر منها « معهد المطرية » لإعداد المساعدين والفنيين كما كانت وزارة الصحة من جهتها أيضاً تهتم بتخريج مجموعة مساعدى المعامل والأشعة والتمريض ومفتشى الأغذية للمعاونة فى قطاع الخدمة الصحية وكان المجلس الأعلى للعلوم التابع لرئاسة مجلس الوزراء فى أواخر الخمسينيات أيضاً يسعى اقتناعا منه بمبدأ التخطيط

وضرورته إلى إنشاء مركز لصيانة الأجهزة العلمية . كما كانت بعض الشركات والمصانع الأهلية تهتم إلى جانب محاربة الأمية بين صفوف عمالها باقامة حلقات تدريب على الخبرات والتخصصات الدقيقة المرتبطة بعمل المصانع بغية رفع الإنتاجية وتكوين صف ثان من الفنيين، وكانت بعض المعاهد الأجنبية خاصة المنشأة بجهود بعض الجاليات الأجنبية فى مصر تسهم أيضاً بقسط فى تأهيل فنيين يستخدمهم عادة القطاع الخاص مثل المعاهد الايطالية دون بوسكو وليوناردو دافنشى وبعض المعاهد اليونانية وقد اندثر بعض هذه المعاهد فى حين صمد البعض الآخر وأخذت تخرج فنيين تقدرهم الوزارات والمصالح الحكومية . وكانت بعض معاهد الرسم والتصميم المصرية أيضاً تقام وتسهم من جانبها فى تغطية حاجة العمل من هذا النوع من الخبرة كما كانت هناك فى نطاق وزارة الصناعة مجموعة من المعاهد الصغيرة المتخصصة فى تكوين فنيين لشغل بعض الصناعات كالزجاج لصناعة الدواء وكان خريجو هذا المعهد من الشحة الأمر الذى جعل التهافت عليهم كبيراً للغاية ... وكانت هذه الاجتهادات عموما ذات أداء ونجاح مقبول .

ولكن مع التحول العلمى الذى بدأ فى الستينيات مع عصر الذرة والفضاء اتضح أن النظم التى كانت سائدة تحتاج إلى معالجة بتخطيط دقيق . . كما بدت الحاجة ماسة إلى تخصصات دقيقة جديدة ميكانيكية والكترونية لم تكن معروفة أو مطلوبة من قبل وكذلك الاحتياج إلى تشغيل خامات صناعية جديدة من السبائك وأشباه الموصلات واللدائن المتحملة للحرارة والتآكل وأيضاً إلى صناعة قطع غيار وأخرى مقننة أو ضابطة وأجهزة قياسية أو غير ذلك من القطع والمواد الخاصة التى تستلزمها الصناعات الحديثة وأخذت سياسة التعاون فى التصنيع مع ألمانيا الغربية وروسيا السوفيتية تدخل عن طريق وزارة الصناعة وهيئات السنوات الخمس والسد العالى وإدارات الكفاية الإنتاجية وعياً جديداً بضرورة العناية بنظام التلمذة الصناعية وتعميق التدريب لخلق العامل الفنى الحاذق وفق سياسة طويلة المدى بعيدة عن التعجل والارتجال واتضحت ضرورة الاسترشاد بالأنظمة الأجنبية للاقتباس منها وأيضاً ضرورة توسيع دائرة التدريب لتغطية الاحتياجات الإقليمية العربية ، وأخذت بعض هذه المراكز تهتم بتحسين المستوى العام لخريجيها فى اللغات لتسهل بهم الاطلاع على المراجع والكتالوجات فى حين اهتم البعض الآخر بالتدقيق فى اختيار المتقدمين عن طريق الاختبارات النفسية التى تعقدها لهم قبل الالتحاق بها ، وكانت أغلب هذه المراكز تسعى لدى المسئولين للاعتراف بشهادة تدريب المتخرج ولربطه على درجات ذات رواتب مجزية تعطى الخريج مستوى عيشى كريم واطمئنان لتقدير المجتمع للخبرات العلمية والمهارات التكنولوجية ، ولكن ظلت إلى جانب ذلك رواسب العقلية

القديمة التى تجعل الطالب لا يقبل على المعهد الفنى العالى ولا المتوسط إلا إذا لم يدخل الجامعة ولا التعليم الثانوى أو كان ذا مجموع منخفض فى النجاح ، وفى حالات أخرى كان الطالب ينتظم فى أحد هذه المراكز احتياطياً ويواصل الدراسة الثانوية حتى يحصل على المجموع الذى يؤهله للالتحاق بالجامعة . وكان من جراء ذلك أن دخلت هذه المراكز مجموعة من الشباب على غير رغبة حقيقية لهذا الفرع من الدراسة .

وسنعرض فيما يلى بعض النظم الحديثة حالياً فى الجمهورية العربية المتحدة .

أولا ـ نظام التلمذة الصناعية : (وزارة الصناعة)

تبلورت محاولة جادة للتدريب المهنى عن طريق وزارة الصناعة (مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى) وفق نظام سمى « نظام التلمذة الصناعية » يعنى باعداد طبقة من الصناع المهرة فى مختلف الحرف التى تحتاجها الصناعة وفقاً للنظم المتبعة فى الخارج وكذلك إعداد مجموعة من الصناع بانصاف المهرة فى مختلف الحرف باتباع نظام التدريب السريع إلى جانب رفع مستوى مهارة العمال القائمين بالعمل فعلا بالشركات وصدر قرار وزارى رقم ١٥ لسنة ١٩٥٦ يحدد برنامج ونظم ومواصفات مهنية تتفق وحاجة المؤسسات بالرجوع لرأى ممثليها وحسب احتياجات العمل الفعلية خلق جهاز يتبع تنفيذ هذه البرامج والرعاية الاجتماعية والنفسية طوال فترة التلمذة مع وضع مناهج الدراسة النظرية وعقد الاختبارات واعتماد نتائجها وتوحيد مواصفاتها فى شتى المؤسسات ودعمها بصندوق خدمة اجتماعية .

وقد أوصت اللائحة الداخلية لمراكز التدريب على أن نظام التدريب يتم على فترتين فترة نظرية مدتها حوالى سنة قابلة للتعديل وفترة عملية قرابة سنتين تتم بالمصانع المتعاقدة مع التلمذة وتنتهى عند نجاحه إلى التحاقة بها — كما يجوز اتباع التدريب على نظام الورديتين إحداهما صباحية والأخرى مسائية .

ومن الجوانب السيكولوجية الهامة فى نظام هذه المراكز إدخال نظام التوجيه الذاتى بانشاء مجلس إدارة لشئون التلاميذ يضم إلى جانب المشرف والاخصائى الاجتماعى والمدرب والمهندس مندوبين من التلاميذ كل فترة بالصف بالأول بالانتخاب ويستهدف هذا المجلس العمل للنهوض بالمركز واقرار مشروع توزيع التلاميذ ومشاكلهم وعقابهم وفصلهم إلى جانب توزيعهم على الشركات وتتابع أعمال التتبع الفنى والاجتماعى .

ويشترط فى المتقدم إلى مركز التدريب الحصول على الاعدادية أو شهادة أخرى وفق الحاجة والنجاح فى الاختبار السيكولوجى واللياقة الطبية والبدنية وترتيب هذا الاختبار ومجموعه فى الإعدادية ويعتبر التلميذ تحت الاختبار ٣ شهور ثم يوقع عقد يحدد التخصص والشركة الموزع عليها .

والتدريب الموجود بمصلحة الكفاية الإنتاجية يتناول على سبيل المثال الخراطة البرادة ، ماكينات الورش ، اللحام ، أعمال الصاج ، الحدادة ، التبريد ميكانيكا السيارات ، كهرباء السيارات ، كهرباء عام ، كهرباء آلات ، صيانة معدات كهربائية ، برادة اسطنبات .... الخ . وقد بدأت أفواج خريجى مراكز التلمذة الصناعية تظهر منذ سنة ١٩٥٩ تقريباً وحدث إقبال كبير عليها الأمر الذى جعل دخولها اليوم محدداً بمجموع أقله ٥٠٪ فى الإعدادية وهى الآن موزعة فى كثير من المحافظات والمراكز .. وإلى جانب التدريب الذى يشمل المهن العامة السابق ذكرها والذى

تنظمه مصلحة الكفاية الإنتاجية بالتعاون المباشر مع المؤسسات قامت الوزارة أيضاً بانشاء عدد من المراكز المتخصصة منها :

(أ) مركز « الصناعات الدقيقة » بدار السلام بالقاهرة والذى أنشىء بالتعاون مع حكومة المانيا الغربية ومن المواد التى تدرس به الميكانيكا الدقيقة ـ عدادات ـ راديو وتليفزيون ـ إلكترونيات ـ أجهزة علمية وصناعية ـ أجهزة رقابة ـ أجهزة طبية إلكترونية وغيرها .

(ب) مركز تدريب « الفلزات » يتم فيه التدريب على الأفران العالية ومحولات الدرفلة والحدادة الميكانيكية ونجارة النماذج وسباكة المعادن والمعالجة الحرارية وأعمال مساعد الميتالوجى .

(جـ) مركز تدريب « الصناعات الكيميائية » يتم فيه التدريب على برادة الطلمبات والمراوح وتشغيل ماكينة تجهيز الفحم وأفران الكوك ... الخ .

ثانياً ـ نظام معاهد إعداد الفنيين الصناعيين « وزارة التعليم العالى » :

هذا النظام الثانى يتبع وزارة التعليم العالى ولكنه سابق لهذه الوزارة إذ أنشىء قرابة عام ١٩٥٧ من وزارة التربية والتعليم على أنظمة أخذت تتبدل وتتعدل فكانت تارة مدة الدراسة فيها فى البداية ١٦ شهراً واشترط فى الدخول أن يكون الطالب حاصلاً على الثانوية العامة علمى دون اشتراط أن يكون من الدفعة الحديثة أو من مجموع بالذات وتعدلت البرامج فنزلت المدة لسنة واحدة ثم رفعت لسنتين من جديد وفق الجارى حالياً وتفرعت المعاهد وتوزعت فى البلاد . ومعاهد إعداد الفنيين الصناعيين تتبع حالياً نظام الشعب التخصصية أى أن فنى الكيمياء مثلا بعد أن كان يدرس فى أى معهد ويدرب فى المطرية أخذ يركز فى معهد مجاور لمجمع الصناعات الكيمائية بأبى زعبل يتعاون فى التدريس فيه مثلا بعض الإخصائيين من مؤسسة الطاقة الذرية ومصنع ١٨ الحربى والكيماويات الدوائية ... الخ .

وهناك شعب كثيرة أخرى ومعاهد عديدة موزعة من المطرية وكامب شيزار والمنصورة وحلوان ووادى حوف والمنيا وأبو زعبل وشئون القطن ... الخ . وفق أهمية المؤسسات وعلاقتها بالتخصص المطلوب وأخذت البرامج تعطى الآن نصيباً كبيراً من التعليم النظرى ومدة الدراسة الآن فى كل شعبة مرحلتان كل واحدة ١١ شهراً أى ٢٢ شهراً فى العامين ولا تقبل من الطلبة سوى خريجى الثانوى العام الحداث وفق التوزيع الذى يقوم به مكتب تنسيق الجامعات بعد الفراغ من استيعاب وتوزيع الأوائل فى الكليات العملية وإلى جانب استيعاب بعض الطلبة من فلسطين والسودان أيضاً . ويمكن أن نذكر ضمن الشعب الحالية : شعب الماكينات والشبكات واللاسلكى وأجهزة القياس والتصميم والتبريد والتكييف والتراسل بالكاوى والسنترالات والقوى الميكانيكية والسيارات وقطع المعادن وجودة الإنتاج . ويلاحظ أن الجزء العملى فى هذه الدراسات عموماً لا يتعدى حالياً ٢٠٪ من الفصول والباقى دراسات نظرية وقد كان هذا النصيب من الفصول العملية ٥٠٪ أو أكثر عند بدء الإنشاء .

وبالرغم من محاولة توزيع الطلبة على الشعب وفق طلبات الهيئات إلا أن عيوب التخطيط كانت تؤدى فى بعض الأحوال إلى مغالاة فى الطلب فى الأول ثم الإنتهاء إلى توظيف جزء صغير من المطلوب أو يظهر نقص كبير فى تخصصات أخرى بحيث أصبح اليوم عجز نسب الخريجين فى بعض التخصصات الأخرى عما تتطلبه الهيئات اليوم وفق الأرقام التالية :

٨٠٪ عجز من فنيى ميكانيكا السيارات و٨١٪ نقص فى فنيى تكييف الهواء و ٧٩٫٥٪ من فنيى القوى

الميكانيكية و ٩٠ بالنسبة لرقابة جودة الإنتاج و ٦ر٦٠٪ للاسلكي و ٦٧٪ للمعالجة الحرارية و ٦ر٧٨٪ للعمليات الكيماوية و٢ر٨٤٪ للتحاليل الكيمائيةو ٨٠٪ للتليفونات و ٦٩٪ قطع المعادن و٥ر٩٠٪ للماكينات وأكبر إقبال على شعبة السيارات فى معهدى كامب شيزار والمنيا وأكبر إقبال على القوى فى معهد المنصورة .

ونلاحظ أن قرار ٢٧٤ حدد اليوم الدرجة الثامنة بأقدمية سنتين للخريج وعلاوتين بحيث يبدأ براتب قدره ١٧ جنيه تصل إلى نفس مرتب الجامعى بعد عامين من تخرجه مع الاستفادة من الأقدمية ولكن لا يزال الخريجون يتوقون إلى اللقب الجامعى فينتمون إلى معهد الصناعة العليا لأخذ لقب مهندس إذا حصلوا على تقدير جيد جداً .

ثالثاً ـ المعاهد الإيطالية بمصر « الفنون الجميلة والصناعات»

(ا) يوجد فى ج . ع . م مدرسة معروفة بروض الفرج وثانية بالإسكندرية يديرها رهبان دون بوسكو وهى تقبل طلبة بالإعدادية وفق نظام يمتد على خمس سنوات يدرس الطالب فى المرحلة الأولى الثقافة العامة واللغة الإيطالية والبرادة الأساسية ثم يتخصص فى العامين الباقيين . أما الميكانيكا بكافة حرفها أو الكهرباء والالكتروميكانيكا (دوائر ، موتورات .... الخ) والمدرسة أيضاً قديمة منذ قبل الحرب العالمية الثانية وخريجيها مقدرون وشهاداتها معترف بها للتوظف فى الحكومة ودخول الجامعة كموازنة للثانوية العامة ، والدراسات فيها بمصروفات صغيرة ولكن الطالب يسهم فى شراء خامات التدريب للمخارط والفرايز وخلافها وبمدرسة روض الفرج أى بورشها أكثر من ٢٤ مخرطة من كافة الأحجام . وعدة ماكينات لحام وعدد الدارسين بها حالياً ٣٥٠ طالباً أغلبهم من الجمهورية العربية المتحدة ولكن منهم أيضاً ١٧ طالباً إيطالياً و ٩ يونانيين و ١٠ أرمن وخمسة فلسطينيين ويلاحظ أن فرع الإسكندرية به ٤٥٠ طالب منهم ٤١٠ مصرى والباقى من البلاد العربية أو من بلاد حوض البحر الأبيض .

ومعهد « دون بسكو » لا يرتبط بعقود التلمذة الصناعية ولكن خريجيها يعينهم القطاع العام والخاص على السواء بسرعة كبيرة لما يتمتعون به من خبرة عملية وأمانة ودقة انتباه وفهم المسئولية .

(ب) وإلى جانب معهدى الدون بوسكو أنشىء معهد الفنون الجميلة الإيطالى بالقاهرة معروف باسم (ليوناردو دافنشى) منذ قبل الحرب العالمية الثانية أيضاً ومقره ببولاق وهو لا يقبل حالياً سوى الحاصلين على الثانوية العامة عن طريق مكتب التنسيق أسوة بمعاهد إعداد الفنيين بوزارة التعليم العالى . ويشترط فى الدخول إلى جانب نسبة النجاح التى يحددها مكتب التنسيق النجاح أيضاً فى اختبار يجريه المعهد للمتقدمين لقبولهم وفق استعداداتهم الفنية، والمعهد كان فيما مضى يتبع نظام الدراسة بالوقت الكامل أو الدراسات المسائية ولكن الأخيرة (أقسام التصوير والزخرفة والتصوير الإعلانى — تفاصيل المبانى — منشآت حديدية ورسم ميكانيكى) جار تصفيتها لأن الشهادة للأقسام الصباحية أصبحت معترفاً بها من وزارة التربية والتعليم ويعين خريجوها بالدرجة الثامنة وتحسب لهم أقدمية سنة .

والأقسام النهارية الأساسية التى عليها إقبال فهى أقسام الرسامين المعماريين وهى مركزة على الرسم وتفاصيله وأنواعه ومدة الدراسة بها ٤ سنوات نظرية . والقسم الثانى وهو قسم مساعدى المهندسين المعماريين فمدته ٣ سنوات وتخرج منه حوالى ١٥٠ — ٢٠٠ طالب كل سنة فى حين لم يتعدى هذا العدد عشرة طلاب عام ١٩٥٥ مثلا والمواد تدرس حالياً باللغة العربية بالإضافة إلى الإيطالية بالاستعانة بخريجى المعهد أنفسهم وبعض المهندسين المنتدبين من الوزارات والمواد كالآتى : رياضة ورسم وهندسة مستوية ورسم وهندسة وصفية وخامات

بناء ورسم تفاصيل المباني وعام الإنشاءات ورسم عمارة ورسم زخرفة وستاتيكة الخرسانة المسلحة وطراز العمارة والطوبوغرافيا ورسم المباني . وهناك قسم ثالث للفنون والزخرفة مدته أربع سنوات ومدرسوه من هيئة تدريس كلية الفنون الجميلة والمواد : طبيعة حية وطبيعة صامتة وزخرفة ورسم وهندسة مستوية ومنظور هندسي .

ويلاحظ أن هذا المعهد من المعاهد التي صمدت بعد ٣٠ سنة بل والتي تتطور برامجها بإضافة علوم جديدة لمحاكاة كلية الهندسة مثل هندسة الأعمال الصحية وغيرها وهي تتمتع بإقبال لا بأس به ، والمعهد يقبل بمسابقة واختبار خلاف مكتب التنسيق وهو بمصروفات ليست باهظة .

رابعاً ـ التدريب بواسطة الوزارات والأجهزة الأخرى :

وهناك مراكز تدريب ودورات مختلفة تقيمها الوزارات لرفع مستوى العاملين بها في التخصصات التي تهم هذه الوزارات وغالباً ما يكون التدريب من عمال وفنيي هذه الوزارات فقط . وعلى سبيل المثال يوجد بمركز الأجهزة العلمية التابع لوزارة البحث العلمي حالياً وحدة للتدريب على أعمال الزجاج العلمي والبصريات ومن المعروف أن للمصانع الحربية مراكز تدريب يستفيد منها الفنيون من خارج المصانع أما في مؤسسة الطاقة الذرية فتقام وحدات تدريبية للفنيين بالمؤسسة لرفع مستواهم وتدريبهم على استعمال وصيانة كافة الأجهزة الإلكترونية النووية . كما نظمت دورات دراسية لرفع مستوى المساعدين الكيميائيين لكافة أقسام المؤسسة .

ويقوم الجهاز المركزي للتدريب التابع لرئاسة الوزراء بترتيب البرامج وإرسال الفنيين للخارج لرفع مستوى الفنيين ولتكوين المدربين والمدرسين وذلك عن طريق المنح التي يحصل عليها من البلاد الخارجية مثل فرنسا وألمانيا الديمقراطية والهند وروسيا ويوغوسلافيا كما يسعى لإدخال نظام للتعليم بالمراسلة واستخدام المقتبسات وترجمة الكتب التي تتناول المهارات المختلفه .

خامساً ـ ملاحظات :

وفي ضوء التجارب المتعددة سابقة الذكر يلاحظ ما يلي :

— أولا : تعدد نظام التدريب وتبدل أنظمتها حسب الوزارات التي تتبعها مما أوجد تفاوتاً وضعفاً في المستوى الفني بين خريجي المعاهد المختلفة .

— ثانيا : ضعف مستوى اللغات الأجنبية بين خريجي هذه المعاهد ولا سيما اللغتين الانجليزية والفرنسية حيث اتضح عجزهم عن الاستيعاب الكامل للكتالوجات وكتب تشغيل الأجهزة العلمية وتعليمات الصيانة وذلك بناء على ملاحظات القائمين بالإشراف على هؤلاء الفنيين في الجهات التي يعملون بها .

— ثالثاً : كان نتيجة الإقبال على هذه المراكز أن عدد الملتحقين بها ازداد في حين أن معدات هذه المراكز لم ترتفع بنفس معدل زيادة الطلبة ، فضعف مستوى المهارات العلمية وأصبح عدد المشرفين لكل مجموعة غير كاف ومن المعروف أن ساعات المهارة لها معايير دولية ينبغي أن تحترمها حتى نصل إلى مستوى الحرفي الماهر المعترف به عالمياً .

— رابعاً : نظراً لتفاوت العرض والطلب لوحظ أنه يفرض أحياناً أعداد من خريجي معاهد إعداد الفنيين على المؤسسات بصرف النظر عن احتياج هـــذه المؤسسات لخبراتهم مما ينتج عنه قلة المهام المسندة إليهم وبالتالي قلة استعمالهم لمهاراتهم خبراتهم التي اكتسبوها أثناء التدريب مما ينتج عنه انحدار مستواهم الفني بالإضافة إلى شعورهم بالفراغ .

— خامساً : لوحظ أن نظام التعاقد وإلحاق التلميذ بعمل ثابت أثناء تدريبه يسهم في خلق طبقة فنية مطمئنة مدعمة بتأمينات ورعاية ضد إصابة العمل أيضاً .

— سادساً : لوحظ أن انتقاء العناصر وفق الامتحان السيكولوجي واختبار الاستعدادات يسهم في حسن توجيه العناصر الدارسة نحو مبادراتها .

— سابعاً : يلاحظ أن الإعداد والتخصص فى مراكز التدريب ينبغى أن يخطط وفق سياسة يحددها أساساً الاحتياج الفعلى لكل مؤسسة وتوصيف وحجم المهارة المطلوبة حتى لاتظهر خلخلة فى بعض التخصصات وفائض متعطل فى البعض الآخر . فمثلا لا يزال هناك نقص فى ميكانيكيى السيارات وفنيى الزجاج العلمى والبصريات والإلكترونيات فى حين أصبحت مهنة البرادة مكتظة بل تهدد بالبطالة .

— ثامناً : يلاحظ أن استغلال الحوافز ورعاية المدربين والمدرسين وتشجيعهم لا يهتم به اهتماماً كافياً بالرغم من أنه يلعب دوراً هاماً فى الاحتفاظ بمستوى التدريب وخلق فنيين يتميزون بالإبداع الحقيقى والطلاقة والحساسية للمشكلات .

— تاسعاً : يلاحظ أن تقييم بعض دبلومات التدريب جعل الفنى يعين اليوم عادة بالدرجة الثامنة المتوسطة ومع بدلات العمل والأجور الإضافية يصل دخله فى بعض المؤسسات إلى ٢٠ — ٢٥ جنيهاً تقريباً وهذا يورث فى التلميذ الصناعى الاطمئنان والكرامة .

— عاشراً : يتألم خريجو معاهد إعداد الفنيين من التخلف الوظيفى الطويل الأمر الذى يجعلهم فى بعض الحرف يحاولون تعويض ذلك بعمل إضافى مرهق بعد ساعات العمل الرسمى على حساب الوظيفة الصباحية أو فى البعض الآخر يعزفون عن العمل اليدوى مفضلين الانتساب لدراسات عليا تمنحهم لقباً أو شهادة لتحسين كادرهم وبذلك تفقد المؤسسات الأيدى الفنية المساعدة المدربة تدريباً طويلا .

سادساً ـ بعض الآراء والتوصيات :

مما سبق يتضح أن إعداد الفنيين المهرة ليست مسألة ترتجل لاستيعاب فائض الثانوية العامة فى مكاتب التنسيق ، أو أن إعداد المساعدين المهرة يتم بتلقينهم مجموعة دروس ومحاضرات يمتحنون فيها النجاح فى « دبلوم » يلحقون بواسطته بالعمل مباشرة أو بعد حين وفق « خلوات الدرجات » فى الهيئات والمؤسسات .

بل إن إعداد العامل الماهر يجب :

١ — أن يبدأ من حداثته من طريق صقل مواهبه الشخصية وتنميتها بممارسة الهوايات العلمية الملائمة لاستعداده وقدراته وهذا يستلزم نشر أندية الهوايات العلمية للشباب فى أنحاء الوطن العربى على أن تتعاون فى ذلك وزارات الشباب وجامعة الدول العربية والهيئات العلمية والنقابات المهنية — تشجيع النشء على الالتحاق بها فى أوقات فراغهم وفى الأجازات الصيفية وكذلك نشر بعض هذه الهوايات فى المدارس الابتدائية والاعدادية والثانوية على أن يتولاها مشرفون متخصصون وتشجيع الممتازين بإهدائهم الأدوات والخامات خصوصاً فى الطبقات الشعبية .

٢ — كما ينبغى أن تعدل طريقة قبول الطلبة فى المعاهد الفنية بحيث لا يقبل فيها إلا الطالب الذى يثبت الاختبار السيكولوجى أنه يملك المواهب اللازمة للحرفة المقدم إليها مع حصوله على مستوى معين من التعليم العام يتناسب والدراسة التى ستعطى له بالمعهد . فالمعروف أن هناك فروقاً فردية بين الفنيين فى الذكاء والقدرات والاستعدادات والميول كما أن لكل عمل واجبات وظروف وقدرات ومعرفة يطلق عليها عادة تعبير التوصيف ومن المرغوب فيه كثيراً تعميم الاختبارات النفسية المقننة .

٣ — أن يكون القبول للمتقدم لمراكز إعداد الفنيين وفق الاحتياجات العددية الفعلية للمؤسسات بقدر الإمكان حتى لاتكتظ المعاهد بالطلبة وبالتالى تقل كفاءة تدريبهم ويهبط المستوى العام لذلك ينبغى أن يظل العمل وتوصيفه وحجمه وإنتاجيته هو العامل الذى يهيىء نجاح تدريب الفنيين هذا إلى جانب رفع واستيفاء تجهيز هذه المراكز لتستطيع معاملها وورشها تدريب الأعداد الأكبر وفق الأساليب

الأحدث مثل استخدام «الوسائل البصرية والمرئية» لتحسين مستوى اللغات «والدوائر المطبوعة» كما هو متبع فى مركز التليفونات بمدينة ناصر .

٤ — أن تبذل عناية تامة باختبار المدرسين والمدربين من الناحيتين الفنية والخلقية حتى يكونوا قدوة حية لتلاميذهم وتعتبر هذه النقطة من أهم الأسس فى تخرج مدربين مهرة . وفى اعتقادنا أن برنامج تدريب المشرفين أنفسهم على إعداد الفنيين الذى تتبعه مصلحة الكفاية الإنتاجية بوزارة الصناعة لعام ٦٩/١٩٧٠ يشكل مثلا صالحاً يحتذى فى الوطن العربى إذ أنه يتضمن العلاقات الإنسانية ، العمل وتعليماته وتبسيط سلامته ، التدريب وفنونه وخطته ومتابعتها ثم اختبار الأفراد وقياس كفاءتهم ورفع معنوياتهم . وهناك منشورات جادة فى هذا الجانب أيضاً بقلم خبراء الجهاز المركزى للتدريب مصريين وأجانب .

٥ — من التوصيات الهامة أيضاً العناية « بالتدريب الميدانى» فى أثناء فترة دراسة الفنيين حتى يتأقلم الطلبة على الجو الصناعى الفعلى ولا تتسلط عقلية أكاديمية عليهم وحتى لا يصبح انتقالهم من جو المعهد الدراسى إلى جو المصنع مفاجأة لهم .

٦ — عمل نظام كادر وظيفى لا يقيدهم بنظام مالى بطىء التقدم أو بشهادات معينة بل يكون أقرب إلى نظام القطاع الخاص المتنافس ومرتبطاً أكثر بإنتاجيتهم ومهاراتهم وقدراتهم التى تتابع اختباراتهم فيها من وقت لآخر .

٧ — متابعة رفع مستواهم العامى بعد إلحاقهم بالمؤسسات بعمل دورات تدريبية لهم على فترات لإعلامهم بما يستجد فى مجال عملهم من تقدم تكنولوجى أو استخدامات أو اختراعات جديدة .

٨ — الاستفادة الأوسع من الفرص التى يعطيها لهم الجهاز المركزى من المنح التدريبية فى الخارج لتعريفهم بأجواء وعوالم أخرى تفتح أمامهم أبواب التسامى ، والقدوة الحسنة .

٩ — الاعتماد الأكثر على نظام الحوافز والمكافآت التشجيعية والتماثل لنظام الأرباح فى المؤسسات الإنتاجية خصوصاً للعاملين منهم فى أجهزة البحث والتطوير وذوى المبادرة والابتكار .

١٠ — وأخيراً فلا شك أن الفنيين المدربين لن يحققوا وحدهم مقابلة تحدى العصر مالم يتكامل التدريب فوقياً فى الكوادر العليا والمدرسين والمدربين الحاذقين لجوانب « إدارة الأعمال » وأيضاً إذا لم يتواصل ذلك تحتياً مع العمالة الذكية والحماس وتجربة العمل الفنى «المدار ذاتياً» فى التزام بالمسئولية واحتكام للضمائر .

وسائل التنسيق بين البلاد العربية فى المجال العلمى

للدكتور

صبحى قاسم

إن التحدث فى التعاون والتنسيق بين البلاد العربية فى مختلف المجالات ومنها المجال العلمى ليس بالشيء الجديد ولكن الأمر الذى لاشك فيه أن البلاد العربية ممثلة بعلمائها وبمؤسساتها العلمية الرسمية منها والخاصة وبحكوماتها لم توفق رغم الجهود التى بذلت حتى الآن فى دعم التعاون والتنسيق فيما بينها على المستوى المطلوب وفى الوصول إلى نتائج إيجابية فى ذلك المضمار . ولعلى لا أكون مغالياً إذا قلت إن التنسيق فى مجالات العلم ليس على الوجه المطلوب بين العلماء والمؤسسات العلمية فى البلد الواحد . والأمر الذى يحز فى النفس حقاً هو واقعنا الحالى الذى نجد فيه أن العلماء العرب فى كل بلد هم أكثر صلة بالعلماء خارج العالم العربى ، وهم فى الوقت نفسه أكثر إطلاعاً على مايجرى من نشاطات علمية فى البلاد الأجنبية منه فى البلاد العربية . وسأنطلق من هذا الوقع إلى طرح السؤال التالى : هل يجب على الدول العربية التنسيق فيما بينها فى المجال العلمى؟ ولماذا؟ والرد على الشق الأول من هذا السؤال يكمن فى رأيى فى مدى تحسن البلاد العربية لمسئولياتها نحو الشعوب العربية وآمالها فى وجود التعاون والتنسيق فى جميع المجالات حتى ينتهى الأمر إلى تحقيق الوحدة المنشودة . وأما الإجابة على الشق الثانى فهناك أسباب عديدة تجعل التنسيق والتعاون فى المجالات العلمية ضرورة ملحة ، وسأذكر من تلك الأسباب مايلى :

١ – أن التنافس والصراع القائم بين الأمم فى هذا العصر يجعل من المستحيل لأى بلد ، كبيراً كان أم صغيراً ، أن يعزل نفسه عن بقية العالم . ولقد أصبح من مستلزمات التقدم، بل البقاء ، لأى بلد أن يقوم بالتعاون والتنسيق بينه وبين البلدان الأخرى . وأمر التنسيق ، بالنسبة للبلاد العربية التى لاتستطيع كل بمفردها مواجهة جميع المشاكل التى تعترضها فى مختلف الحقول العلمية ، هو فى رأيى أكثر إلحاحاً لتتمكن من المضى قدماً بالسرعة المطلوبة فى تطوير مجتمعاتها وتقدمها ، وحتى يصبح فى استطاعتها الصمود أمام التحديات التى تواجهها .

٣ — إن جميع البلاد العربية تشترك ـ ولو بدرجات متفاوتة ـ فى تخلفها العلمى وعليها أن تخطو خطوات لتلحق بركب التقدم العلمى والتكنولوجى ولتحتل المكانة التى تليق بها فى الحقل العلمى . وبالإضافة إلى ذلك فإن هناك تشابهاً كبيراً فى المشكلات العلمية التى تواجه مختلف البلدان العربية . ولذلك فإن تنسيق الجهود فى هذا المضمار سيكون دعماً للعلم وتقدمه السريع وسيساهم أيضاً فى وضع ماهو متوفر من المال والجهد فى السبيل الصحيح والمنتج .

وسائل التنسيق :

يمكن أن يبدأ التنسيق على مستويات مختلفة منها مستوى العلماء كأفراد ومستوى الجامعات أو المؤسسات العلمية أو الجمعيات أو الاتحادات العلمية وأخيراً مستوى الدول. والتنسيق على مستوى العلماء أوالجمعيات والاتحادات محدود النتائج لعدة أسباب أهمها فى رأيى : عدم توفر الإمكانيات المادية ، ولذلك فان اهتمام الدول بالتنسيق له أهميته الكبرى وخصوصاً عندما يصل الحال إلى تنفيذ مشروعات أو إنشاء مؤسسات علمية إقليمية تحتاج إلى إمكانيات مادية . وقبل أن أدخل فى وسائل التنسيق أود أن أشير إلى الدور الفعال الذى يستطيع الأفراد أن يلعبوه فى جميع مراحل التنسيق . ففى جميع المستويات يجب أن تتوفر الرغبة الجدية للتنسيق والتعاون عند الأفراد ويجب أن تتطور الرغبة إلى أخذ عنصر المبادرة وإلى الجهود الإيجابية المثمرة . وهذا يقودنى إلى أن أتطرق للنقاش الذى يدور بين أوساط العلماء فى البلد الواحد بل وبين أوساط العلماء من أكثر من بلد . ففى الوقت الذى يبدى فيه العلماء رغبتهم فى التنسيق ويتذمرون من عدم وجوده وعدم تحقيقه نجدهم يلقون اللوم فى ذلك على الآخرين وفى رأيى أننا بذلك ندور فى حلقة مفرغة ، فالكل فى رأيى مسؤول عن عدم وجود التنسيق على الوجه المطلوب ، العلماء وجمعياتهم مسؤولة والمؤسسات العلمية والحكومات مسؤولة أيضاً ، إننا يجب ألا ننتظر حدوث معجزة حتى يتحقق التنسيق والتعاون بيننا . إن التعاون والتنسيق يتحقق بجهودنا نحن فاذا كنا جادين فيما نقول بدأنا ومن سار على الدرب وصل .

وسألخص الآن الوسائل التى نستطيع بواسطتها تنسيق جهودنا العلمية مع اعترافى مسبقاً بأننى لا أشعر بأن جميعها سيبدأ غداً ولكننى على يقين بأن العديد منها يمكن أن يبدأ فى القريب العاجل إذا توفرت الجهود الصادقة :

١ — إنشاء مجلس عربى علمى يضم جميع الدول العربية التى ترغب فى الاشتراك فيه ، ولا أعتقد أننى أستطيع هنا تحديد جميع جوانب إنشاء مثل هذا المجلس ولكننى سأحاول وضع بعض الخطوط العريضة لتكوينه وأهدافه .

أولا : يجب أن يكون المجلس مستقلا معنوياً ومادياً وإدارياً ويتولى الإشراف عليه ووضع سياسته العامة وتدبير أمواله ، مجلس إدارة مؤلف من أعضاء يمثلون الدول المشتركة.

ثانيا : ينفذ أعمال المجلس ومشاريعه مدير يكون مسؤولا أمام مجلس الإدارة ويمكن تحديد واجبات المدير بتعليمات خاصة بذلك .

ثالثاً : تتألف موارد المجلس المالية من اشتراكات الدول الأعضاء التى ليست بالضرورة متساوية ، ومن المساعدات العربية والأجنبية التى تكون مخصصة لمشاريع العلوم الإقليمية .

رابعاً : تكون أغراض وأعمال المجلس مايلى :

(أ) إنشاء وإدارة مراكز البحوث الإقليمية المختصة

إما بالبحوث العلمية البحتة أو بمشاريع البحث الإقليمية .

(ب) إنشاء وإدارة مراكز الخدمات العلمية الإقليمية.

(ج) تنسيق الجهود العلمية للدول المشتركة لتلافى الازدواجية فى البحوث التطبيقية ما أمكن ذلك .

(د) إنشاء وإدارة مكتبة علمية قومية .

(ه) إنشاء وإدارة مراكز إقليمية لتدريب الفنيين العلميين .

(و) يمكن أن تمتد أغراض وأهداف هذا المجلس للاشراف على الجمعيات والدوريات العلمية والمؤتمرات الإقليمية وكذلك توحيد المصطلحات العلمية .

(ز) تشجيع البحوث العلمية ودعمها عن طريق تقديم منح مادية للباحثين فى مختلف الدول العربية وذلك ضمن خطة توضع لهذا الغرض .

خامساً : إن استقلال المجلس لا يعنى بأية حال الابتعاد عن المؤسسات العلمية فى البلاد العربية وإنما يجب أن يضمن نظام تأسيس هذا المجلس علاقات وتفاعلا صحيحاً مع المؤسسات العلمية القائمة ويجب أن يأخذ بعين الاعتبار بعض المشروعات الإقليمية القائمة .

٢ — مراكز البحوث الإقليمية : إن مستلزمات أى نهضة علمية صحيحة هو السير فى الأبحاث العلمية الأساسية (البحتة) التى تتصل بأهداف التقدم العلمى وبالمشاكل المستعصية فى شتى الحقول . ومن المعروف أيضاً أن القيام بهذه الأبحاث يحتاج إلى إمكانيات بشرية ومادية لا تستطيع توفيرها كل دولة بمفردها . ولذلك فإن تعاون الدول العربية هو من ضروريات إنشاء مثل هذه المراكز وسأذكر بعض المراكز التى يمكن البدء بإنشائها :

(ا) مركز البحوث الذرية والنووية .

(ب) مركز البحوث الكيماوية والفيزيائية والرياضيات.

(ج) مركز بحوث الأحياء البحرية .

(د) مركز البحوث الصحراوى .

(ه) مركز البحوث البيولوجية .

وتتولى هذه المراكز بالإضافة إلى الأبحاث البحتة تنفيذ مشاريع بحث تطبيقية تهدف إلى حل مشاكل تواجه عدد من الأقطار العربية .

٣ — مراكز الخدمات الإقليمية :

يحتاج العلماء الباحثون إلى العديد من الخدمات التى تسهل أعمالهم وتسارع من إنجازاتهم وإنشاء العديد من هذه المراكز على مستوى القطر الواحد إن لم يكن مكافأ بحيث لا يستطيع القطر إنشاءها وصيانتها بمفرده فان تكافة إنشائها فى معظم الأحيان لا يبرر وجودها على مستوى القطر ومن هذه المراكز ما يلى :

(أ) مركز للآلات الحاسبة الالكترونية .

(ب) مركز لتعريف الكائنات الحية مثل النباتات والحيوانات والفطريات الخ .

(ج) مركز لإكثار أصناف وأنواع النباتات البرية والاقتصادية التى يمكن استعمالها فى تحسين صفات النباتات الاقتصادية .

ولا يشترط أن تكون هذه المراكز مستقلة عن نشاطات البحث الأخرى حيث يمكن الحاقها إما بمراكز البحث الإقليمية أو باحدى المؤسسات العلمية العربية القطرية القائمة . ويمكن أن تتطور بعض هذه المراكز مثل مركز تعريف الكائنات الحية ليلحق به متحف عربى طبيعى .

٤ — مراكز التدريب العلمية الإقليمية :

يشارك الباحثين اليوم أعداد من الفنيين الذين يساهمون مساهمة فعالة فى عمليات التحضير وصيانة الأجهزة وغيرها وعمل هؤلاء يقتصر فقط على معاونة الباحثين بل يمتد إلى المساهمة فى أعمال التدريس العلمى الجامعى وغيرها . والدول

العربية تفتقر بصورة عامة لمثل هؤلاء الفنيين ، ولذلك فان تعاون الدول العربية فى إنشاء مراكز تدريب للفنيين سوف يسارع فى سد هذا النقص الهام . وأذكر على سبيل المثال بعض هذه المراكز : نفخ الزجاج،صيانة الأجهزة الكهربائية والالكترونية ، التحضيرات المتعلقة بمختلف فروع العلوم البيولوجية ، ويجب أن لا يفوتنى هنا أن أورد مثلا حياً قائماً وهو المركز الإقليمى للنظائر المشعة الذى ساهم ويساهم بفعالية فى تدريب العديدمن الباحثين والفنيين العرب على استعمالات النظائر المشعة فى عدد من الحقول العلمية البحتة والتطبيقية . ومرة أخرى يمكن القول بأن مراكز التدريب هذه يمكن إلحاقها بمراكز البحث الإقليمية أو بمؤسسات علمية قطرية .

٥ — الجمعيات العلمية والدوريات :

لست بحاجة لأن أتحدث بالتفصيل عن أهمية وجود الدوريات العلمية . فمدى توفر مثل هذه الدوريات ليس إنعكاساً لنشاطات البحث العلمى وتقدمه فحسب بل هو الوسيلة التى يتم فيها إتمام البحث العلمى ، وأكاد أقول أن توفر الدوريات ونشر الأبحاث له أهمية البحث العلمى نفسه . وقد ظهر فى العشرين سنة الماضية عدد من الدوريات العلمية المتخصصة فى عدد من الأقطار العربية كان معظمها فى الجمهورية العربية المتحدة . وتصدر جميع تلك الدوريات على مستوى القطر الواحد ولم أجد ذكراً لأى دورية علمية تصدر على مستوى إقليمى .

إن إنشاء دوريات علمية متخصصة تنشر على مستوى العالم العربى هى من أهم وسائل التنسيق وأرانى لست بحاجة إلى الخوض بتفاصيل أسباب ذلك . وقد لا أكون قادراً على حصر أسماء الدوريات (المجلات) التى يمكن إصدارها على مستوى إقليمى ولكننى أقترح الدوريات التالية : المجلة العربية للعلوم ، وتكون هذه المجلة عامة ، وينشر فيها الأخبار العلمية القصيرة ، والمقالات العلمية غير المتخصصة ، ومقالات تتعلق بالتعليم العلمى الخ . . مجالات متخصصة ومنها :

(ا) المجلة العربية للعلوم البيولوجية .

(ب) المجلة العربية للعلوم الزراعية .

(ج) المجلة العربية للكيمياء والجيولوجيا .

(د) المجلة العربية للفيزياء والرياضيات .

(ه) المجلة العربية الطبية .

(و) المجلة العربية للعلوم الهندسية .

ويمكن أن تصدر هذه الدوريات عن جمعيات عربية علمية تضم المختصين فى الفروع العلمية المعنية. وكيفية إستصدار مثل هذه الدوريات يسوقنى إلى ضرورة إنشاء جمعيات علمية تضم ذوى الاختصاص الواحد أو الاختصاصات المتقاربة والمتداخلة ، وهذه الجمعيات تتولى بدورها إعداد ونشر الدوريات .

٦ — المؤتمرات : أجدنى هنا مردداً لنفس ما قلته فى مطلع تعليقى على الجمعيات والدوريات ، فأنا لست بحاجة إلى إبراز أهمية المؤتمرات العلمية التى يلتقى فيها العلماء ويتبادلون الخبرات والآراء ويشحنون أنفسهم بقوة جديدة لمزيد من البحث والتبصر والإبداع فيه . ولقد شعر بعض العلماء العرب مؤخراً بأهمية هذه المؤتمرات وعقد عدد منها تحت رعاية الإدارة الثقافية فى جامعة الدول العربية وكذلك ضمن الاتحاد العلمى العربى وأسبوع العلم بدمشق وغيرها . ولكننا بحاجة أيضاً إلى عقد مؤتمرات دورية متخصصة تعقدها الجمعيات العلمية العربية إذا ما أسست أو تعقد بأى وسيلة أخرى. وتشجيعاً لإقامة مثل هذه المؤتمرات فاننى أرى ضرورة إيجاد موارد مادية تدفع منها نفقات السفر والإقامة لكل مشترك يلقى بحثاً فى المؤتمر .

٧ — اللغة العلمية وتوحيد المصطلحات العلمية :

على الرغم من الجهود التى بذلت من مجمع اللغة العربية بالقاهرة ومن الاتحاد العلمى العربى فى توحيد المصطلحات

العلمية التى عربت أو أدخلت إلى اللغة العربية فإن الأواسط العلمية العربية لاتزال تتخبط فى هذا المضمار .

فالكشوف العلمية التى نشرت[1] والقواميس والمعاجم العلمية التى ظهرت[2] لم تجد طريقها لتصبح معممة الاستعمال فى جميع الدول العربية أو حتى فى عدد قليل منها .

ويتراءى لى أن السير فى هذا الطريق صعب وشائك. فلا شك فى أن عدم نجاح الجهود التى تهدف إلى تعريب المصطلحات العلمية يحتاج إلى تعميق جذرى فى نظرتنا لهذا الموضوع . ففى الوقت الذى تتزايد فيه المعرفة العلمية وتتكاثر فيه المصطلحات العلمية بسرعة لانستطيع أن نقف مكتوفى الأيدى إنتظاراً لتعريب تلك المصطلحات حتى نستعملها.فاذا أصر البعض على استعمال اللغة العربية كلغة علمية فيجب أن لانتردد فى إدخال المصطلحات العلمية إلىاللغة العربية وياحبذا لو وضع المختصون فى اللغات قواعد يتبعها العلماء فى إدخال تلك المصطلحات بحيث تتناسب وطبيعة لغتنا الجميلة .

وعلى جميع الأحوال فان العلماء العرب مدعوون لمعالجة هذه المشكلة بتجرد وموضوعية ، وإذا كان لى أن أدلى برأيى فى هذا الموضوع فاننى أرى أن نسير باتجاهين فى نفس الوقت الاتجاه الأول : استعمال اللغة الإنجليزية (لأنها أصبحت لغة العلم العالمية) كلغة علمية فى حقول البحث والنشر والتعليم العالى ، والاتجاه الثانى : السير بجد وإخلاص فى إدخال المصطلحات العلمية الموحدة على مستوى المدارس الثانوية ثم المراحل الجامعية الأولى وهكذا .

٨ - الأبحاث التطبيقية :

لاشك أن كل بلد عربى يواجه العديد من المشاكل المحلية والمتعلقة بتنمية موارده الاقتصادية الخاصة فى حقول الزراعة والصناعة وغيرها . وتحتاج هذه المشاكل إلى بحث علمى له الصيغة التطبيقية فى معظم الأحيان.ولقد توصلت معظم الدول العربية بدرجات متفاوتة إلى نتائج ملموسة فى حل العديد من تلك المشاكل ، والعمل قائم فى كثير من مشاريع البحث الهادفة لحل مشاكل أخرى . والتنسيق فىهذا الميدان مطلوب له عدة فوائد . ويمكن أن ألخص وسائل التنسيق فى هذا الميدان بما يلى :

(ا) جمع ملخصات لنتائج الأبحاث التى تمت فى كل بلد وتوزيعها على الدول العربية .

(ب) تبادل النشرات العلمية التى تم نشرها بين جميع الدول العربية وضمان استمرار التبادل فىالمستقبل .

(ج) إصدار كتاب سنوى يضم مشاريع البحث القائمة فى كل بلد مع بيان ملخص عن أهداف كل مشروع والمراحل التى قطعها البحث نحو تحقيق النتائج المطلوبة وكذلك أسماء القائمين على البحث وعناوينهم .

(د) عقد اجتماعات بين المسئولين عن مؤسسات البحث التطبيقية تهدف إلى تجنب إزدواجية الجهود فى حل المشاكل التى تجابه أكثر من بلد وإلى توزيع الجهود المتوفرة لحل أكبر عدد من المشاكل وبالإضافة إلى ذلك تنسيق الجهود لمعالجة المشاكل العلمية بطرق مختلفة والتأتى لحلها باتجاهات متعددة .

٩ - المكتبات والمكتبة العلمية والقومية

يجب أن تعمل الدول العربية على إقامة مكتبة قومية عربية شاملة يكون من ضمن أهدافها توفير أوسع مجموعة من

---

(١) مجمع اللغة العربية : مجموعة المصطلحات العلمية والفنية التى أقرها المجمع القاهرة ١٩٥٧ .

(٢) منها أ - معظم للمصطلحات العلمية فى الحيوان والنبات والجيولوجيا والطبيعة والكيمياء والرياضة - وضع عبد العزيز محمود ومحمود عبد الرحمن وحسن محمد ريحان .
(القاهرة مطبعة الإنجلو مصرية ١٩٥٦) .

(ب) معجم المصطلحات الطبية - ترجمة الكواكبى وخاطر والخياط - دمشق مطبعة الجامعة السورية ١٩٥٦ .

(ج) قاموس حتى الطبى - الجامعة الأمريكية - بيروت ١٩٦٧ .

(د) معجم أسماء النبات .

المراجع العلمية التى تنشر فى مختلف أنحاء العالم . وإذا كان تحقيق هذا بعيداً فى الوقت الحاضر فاننى أقترح إصدار نشرة تحتوى على الدوريات والمراجع العلمية الموجودة فى مكتبات الجامعات العربية ومراكز البحث ، وتوزيع هذه النشرة على جميع المهتمين بالبحث فى العالم العربى حتى تتاح الفرصة لهم بالاستفادة منها عند الحاجة . وأقترح أيضاً إصدار ملحق سنوى لهذه النشرة يحتوى على الدوريات والمراجع التى أضيفت إلى موجودات كل مكتبه .

وفى النهاية أود أن أبين بعض النقاط العامة المتعلقة بالتنسيق وتحقيقه :

أولا : المؤسسات والهيئات الإقليمية القائمة : يوجد الآن عدد من المؤسسات والهيئات التى حققت نتائج محدودة فى مجال التنسيق العلمى بين عدد من البلاد العربية . ومن بين هذه الهيئات إتحاد الجامعات العربية والاتحاد العلمى العربى واللجنة العربية للطاقة الذرية والمركز الإقليمى للنظائر المشعة . وعند البدء فى تنفيذ وسائل جديدة للتنسيق يجب أخذ تلك المؤسسات السالفة الذكر بعين الاعتبار ، فإما أن تقوى حتى تصل إلى نتائج أكثر إيجابية فى مجال التنسيق أو أن يستفاد من الخبرة التى مرت بها تلك الهيئات عند البدء بتنفيذ شكل جديد لوسائل التنسيق .

ثانياً : إن السير فى تنفيذ أى من وسائل التنسيق يجب أن لا يتوقف بأى حال على موافقة جميع الدول العربية فلا شك من أن ظروفاً خاصة سوف تحول دون مشاركة بعض الدول فى جميع وسائل التنسيق . ولذلك علينا أن نبدأ بالتنسيق عن طريق أى من الوسائل بين الدول التى توافق على المشاركة وخصوصاً إذا آمنا أن الخير فى ذلك سيعود على الجميع .

ثالثاً : لا يسعنى هنا إلا أن أتعرض للدعم المادى المطلوب لتحقيق التنسيق والتعاون فى المجال العلمى . ولقد بدأت الدول العربية بمستويات مختلفة الاهتمام أكثر فأكثر فى دعم العلم والبحث العلمى إيماناً منها أن لا وجود ولا تقدم لأى أمة لا تنهج الأسلوب العلمى فى بناء مجتمعها وفى تطوير مصادرها فى هذا العصر . ولكنى مع هذا كله أرفع صوتى مع الأصوات الأخرى قائلا : إننا فى جميع البلاد العربية نحتاج إلى مزيد من الاهتمام بالعلم والبحث العلمى وإلى مزيد من الدعم المادى فى جميع الحقول والنشاطات العلمية. وهذا الدعم يجب أن لا يقتصر على مستوى القطر فقط بل يجب أن يمشى جنباً إلى جنب مع دعم المؤسسات العلمية ومشاريع البحث العلمى وغيرها من نشاطات عملية على مستوى الدول العربية بأجمعها .

وسائل العمل على الاحتفاظ بالعلميين في البلاد العربية والاستفادة بهم في تخصصاتهم

للدكتور مصطفى كمال طلبه
والدكتور المهندس أسامة الخولي

١ - تعريف المشكلة وأسبابها الأساسية :

عرف العالم منذ القدم، سعى طلاب العلم وتحملهم مشاق السفر على طرق وعرة غير مأمونة وفي ظروف الفقر والعوز وشظف العيش طلباً لمزيد من المعرفة وسعياً للجلوس بين يدي معلم عظيم ذاع صيته فبلغهم نبؤه . ولقد باركت النهضة الإسلامية حركة السعي في طلب العلم منذ لحظاتها الأولى ، فقال النبي صلى الله عليه وسلم « اطلبوا العلم ولو في الصين » . وتأصلت مبادىء احترام العلم ، وتقدير أهميته في دعم المجتمع ، وفي روح النهضة العربية الإسلامية وخلقت أنماطاً سلوكية تحترم طالب العلم النازح عن بلده وتعضده في سعيه وتحنو عليه وتيسر له سبل العيش ، كما وطدت مكانة رجل العلم في المجتمع ورفعت من قدره ، حتى قال الإمام مالك قولته المأثورة « بلغني أن العلماء يسألون يوم القيامة فيما يسأل فيه الأنبياء » .

وكان المألوف أن يعود طالب العلم إلى أهله ينشر بينهم ما تعلمه وينقله إلى الأجيال التالية من أهل وطنه . ولم يرتبط هذا السعي أبداً ، ولو من بعيد ، بالكسب المادي في أي مجتمع بل على العكس من ذلك ، كان العلم وشظف العيش صنوان لا يفترقان .

ولقد عرف العالم أيضاً في تاريخه الطويل هجرات جماعية كانت المجتمعات المضيفة تباركها وترى لها وظيفة اجتماعية بناءة . ولقد رحبت الحضارة العربية الاسلامية الناشئة بعلماء اليونان الذين تعرضوا لاضطهاد الكنيسة وهيأت لهم سبل العيش الرغيد ونظمت حركة واسعة النطاق لجمع التراث الذي جاء به هؤلاء وعربته ونشرته واعتبرته إحدى الدعائم التي أضاف إليها علماء العرب حين شيدوا صرح العلم العربي .

ومن الأمور الهامة في مستهل هذا البحث في أمر استنزاف الخبرات والمواهب العربية أن نفرق بوضوح بين ترحال طالب العلم «المنهوم الذي لا يشبع» على حد وصف النبي الكريم له والحركات الجماعية للنازحين من وجه الاضطهاد — من ناحية — وبين جهود شركات اصطياد الخبرات من الخارج . مثل شركة «الوظائف المتحدة» (Careers Incorporated) خصوصاً وأن بعض المفكرين يرى فيما نسميه الآن «استنزاف المعقول» عملية طبيعية دائمة ، كانت موجودة في الماضي وستبقى دواماً في المستقبل .

وليس انطباق حركة الهجرة الجديدة ، التى نتحدث عنها هنا ، مع بزوغ فجر ما نسميه « الثورة الصناعية الثانية » (أو الثورة التكنولوجية المعاصرة) ، ليس هذا الانطباق محض صدفة . بل إن هذه الحركة الاجتماعية العنيفة التى اجتاحت المجتمعات المتقدمة فى ربع القرن الأخير هى السبب الرئيسى فى اتخاذ هجرة العلماء شكلا جديداً يعتبره كثيرون بحق خطراً داهماً على مستقبل العالم النامى كله ، بل ويقف حجر عثره فى طريق تقدم عدد من دول أوروبا الصناعية أيضاً . ويساعدنا العرض السريع لما جاءت به هذه الثورة الاجتماعية الجديدة من تغيرات فى شكل النشاط العلمى وفى علاقاته بالنشاطات الإنسانية الأخرى — كما تشكلت خلال خلال الثورة الصناعية الأولى — يساعدنا هذا العرض على دحض الحجج التى تساق أحياناً للتهوين من شأن هذه المشكلة وتمويه الفوارق الجوهرية التى تميزها عن حركة العلماء فى الماضى .

ويعنينا من مجموعة السمات التى ميزت وجه هذه الثورة الجديدة سمتان : أولاهما — ارتباط العلم النظرى ارتباطاً مباشراً والتحامه التحاماً وثيقاً مع التطبيق فى دنيا التكنولوجيا . ولقد نتج هذا الالتحام عن الزيادة الهائلة فى قدرة المجتمع على تحويل الاكتشافات العملية النظرية إلى تطبيقات عملية ومنتجات جديدة فى فترات زمنية قصيرة جداً وإلى درجة لا عهد لعصر الثورة الصناعية الأولى به . ويقال فى هذا الصدد إن حوالى نصف ما سينتج فى السنوات العشر المقبلة سيكون من سلع غير معروفة لنا اليوم . وثانية هذه السمات اختفاء الفوارق شيئاً فشيئاً بين ما درجنا على تسميته « العلوم الإنسانية » وبين العلوم الطبيعية والحيوية وتغلغل استخدام المنهج العلمى ، كما تشكل على يدى المشتغلين بالعلوم الطبيعية ، فى كثير من العلوم الإنسانية .

ولقد صاحب شمول العلم هذا والتحامه بالاقتصاد القومى اهتمام متزايد من الدولة ، ومن أجهزتها العسكرية بالذات . ومن التجمعات الصناعية الضخمة فى الدول المتقدمة باستغلال العلم استغلالا اقتصادياً وسياسياً وعسكرياً مباشراً نظراً لما أثبته من فعالية وصلاحية فى تحقيق الأهداف الاقتصادية والسياسية على الصعيدين القومى والدولى.

وترتب على هذا إحساس واضح فى تلك الدول بنقص شديد فى أعداد العلماء والتكنولوجيين جاء كنتيجة مباشرة لتوسع هائل فى النشاط العلمى والتكنولوجى فى الوقت الذى يحتاج فيه إعداد الأفراد العلميين وتدريبهم بالضرورة إلى سنين طويلة . ويفسر هذا الظواهر الغريبة التى يواجهنا بها اليوم مجتمع مثل الولايات المتحدة الأمريكية . فعلى الرغم من أن أقل قليلا من نصف عدد شبابها الواقعة أعمارهم بين العشرين والأربعة والعشرين عاماً طلبة بالجامعات ، ومع أنها تستهدف أن يصل عدد طلاب الجامعات فيها بعد بضع سنين إلى خمسة ملايين ، إلا أن العجز فى عدد العلماء والتقنيين المدربين فيها ينتظر أن يصل إلى حوالى نصف المليون خلال عشر سنوات .

ويبدو التجاء الدول المتقدمة فى سد هذا العجز الخطير فى الأفراد العلميين والتقنيين إلى استقدامهم من الدول النامية . يبدو هذا واضحاً فى ارتفاع نسبة هؤلاء الأفراد (الفئة المعروفة باسم المهنيين والتقنيين ومن شابههم فى دوائر الهجرة بالولايات المتحدة الأمريكية) إلى حوالى ١٠٪ من مجموع المهاجرين الكلى إلى الولايات المتحدة الأمريكية[1]. ومن الواضح تماماً أن هذه النسبة تفوق بمراحل نسبتهم إلى إجمالى عدد السكان فى أى من البلاد التى يأتون منها .

ولعل كلمات مدير شركة « الوظائف المتحدة » هى

---

(١) يذكر تقرير وزارة الخارجية الأمريكية « بعض الحقائق والأرقام عن هجرة المواهب والخبرات ، مايو ١٩٦٧ » ، أن عدد المهاجرين من هذه الفئة عام ١٩٦٦ بلغ ٣٠٫٠٣٩ من مجموع ٣٢٣٫٠٤٠ مهاجراً أى حوالى ٩٫٣٪ .

أبلغ إيضاح لحقيقة المشكلة وأسبابها الأساسية . فلقد جاء على لسانه فى عدد يناير سنة ١٩٦٨ لمجلة «العلم والحياة» الفرنسية ما يأتى :

« إن قيادة العالم اليوم تبدأ من التـكنولوجيا . . . والتـكنولوجيا تبدأ بدورها فى البحث والتطوير وهذا هو السبب فى أن الولايات المتحدة ملزمة أساساً بهذا الطريق .

وليس من المستغرب أننا لم نقدر على إعداد القوة العاملة الـكافية لهذا . . . فان تـكوين التـكنولوجى يستغرق عشر سنوات على الأقل . إنه أمر يستغرق وقتاً طويلا واحتياجاتنا الحاضرة لاتقدر على الانتظار .

إن تغيير هذا الوضع سيستغرق عده أعوام . ويعنى هذا أننا سنعتمد لسنين عدة قادمة وبدرجات متزايدة على العقول المتاحة لنا من وراء البحار .

نحن لا نريد من بريطانيا العظمى رجالها الأكبر سناً ، إننا نريد ما يسمونه اليوم « بذور التقاوى » . إن أية دولة تحمى كبار السن فيها على حساب صغاره . ستعانى كثيراً من منافسة أمريكا » .

٢ - حجم مشكلة الهجرة من العالم العربى :

إن أول ما تصطدم به أية محاولة لدراسة حركة نزوح العلميين العرب عن أوطانهم إلى الدول الأكثر تقدماً هو النقص الشديد فى البيانات المتاحة عن هذا الموضوع . وهناك اتجاه عام فى كثير من الأوطان العربية إلى اعتبارهذه البيانات من الأسرار القومية التى يثير افشاؤها مشاكل وحساسيات من نوع خاص . ولهذا الموقف أثر واضح فى عجز كل محاولات دراسة المشكلة والاعلام بها عن تحقيق الغرض منها تحقيقاً كاملا . ومن اليسير جداً أن نمعن فى المبالغة فى خطورة نشر هذه البيانات لأنها فى نهاية الأمر متاحة بكل بكل حذافيرها للبلاد الأجنبية التى تتلقى هؤلاء النازحين وهى لاتتوانى عن نشر الأرقام والإحصائيات المتعلقة بالهجرة وإتاحتها على الصعيد الدولى ، بل أن المصدر الذى تستند إليه هذه الدراسة لحجم المشكلة فى العالم العربى صادر عن وزارة الخارجية الأمريكية !

١ — وعندما نشطت منظمة اليونسكولدراسة مشكلة استنزاف العقول والتصدى لاقتراح أفضل الأساليب لمعالجتها اصطدمت منذ اللحظة الأولى بهذا النقص فى البيانات فاضطرت إلى أن توكل إلى عدد من الدول الأعضاء من مختلف أرجاء العالم إعداد دراسات محلية عن واقع المشكلة فى كل منها .

وكانت هذه الدراسات المحلية تمهيداً لا بد منه قبل الإقدام على دراسة المشكلة بوجه عام وعلى اقتراح الحلول لهـا .

ولقد كانت الجمهورية العربية المتحدة واحدة من بين تلك الدول التى طلب منها القيام بهذه الدراسات التمهيدية . وتعانى هذه الدراسة العربية[1] التى تكاد أن تـكون الوحيدة من عيبين جوهريين — فى تقديرنا :

أولها : اقتصارها على مبعوثى الدولة للدراسة بالخارج[2] وانصرافها — ربما بحكم الضرورة وتحت ضغط نقص البيانات — عن حركة العلميين فى مجالات أخرى قد تفوق فى أهميتها مجال الطلاب الموفدين للدراسة بالخارج ، كما سنرى فيما بعد .

وثانيهما : أنها قاصرة على الفترة ما بين عامى ١٩٥٦ و ١٩٦٦ . وهناك من الشواهد ما يدعو إلى الاعتقاد بأن حركة الهجرة آخذه فى الازدياد بشكل خطير منذ عام ١٩٦٦ فى العالم العربى وفى غيره من البلدان .

---

(١) قريطم وحمدى : استنزاف العقول من الجمهورية العربية المتحدة ، ديسمبر ١٩٦٦ .

(٢) يذكر التقرير (ص ٢) أن « الدراسة الحالية تستبعد حالات الأشخاص الذين هاجروا من الجمهورية العربية المتحدة بطريقة قانونية » .

ولقد واصلت وزارة التعليم العالى — بمناسبة إعداد خطة خمسية جديدة للبعثات — دراسة مشكلة امتناع بعض المبعوثين عن العودة إلى وطنهم خلال الأعوام ١٩٦٥ — ١٩٦٨ . وهذه الدراسة هى أحدث ماوصل الى علمنا فى هذا الشأن . وهى — بحكم الهدف الذى أجريت من أجله — قاصرة بدورها على المبعوثين للدراسة فى الخارج ولاتتعرض لغيرهم من المهاجرين .

وتؤكد هاتان الدراستان العربيتان أن :

(ا) حركة الهجرة — أو على الأصح ، امتناع بعض المبعوثين عن العودة — فى تزايد مستمر .

(ب) أكثر من نصف الممتنعين يستقر به المقام فى الولايات المتحدة الأمريكية ، وتليهـا ، فى ترتيب تنازلى : المملكة المتحدة ، ألمانيا الغربية ، سويسرا ، كندا ثم فرنسا. وتختص هذه الدول الخمس بحوالى ٩٤٪ من عدد الممتنعين عن العودة .

(ج) أعلى نسبة من الممتنعين هى من بين المتخصصين فى العلوم الهندسية ويليهم المتخصصون فى الدراسات الإنسانية (العلوم الإدارية والتجارية واللغات والآداب والتربية وعلم النفس)[1] . ويأتى بعد هـذا — فى ترتيب تنازلى — المتخصصون فى العلوم الرياضية والطبيعية ، ثم الطبيــة ثم الزراعية .

(د) غالبية الممتنعين عن العودة من مبعوثى الجامعات ومراكز البحث العلمى ، أى خلاصة المؤهلين على مستوى عال ، بينما النسبة بين الموفدين فى دراسات عملية وتدريبيــة منخفضة جداً .

٢ — وهناك ، بعد هذا ، مرجع واحد بالذات يتواتر ذكره فى كل الدراسات التى تجرى حول هــذه المشكلة . ويكاد أن يكون الوحيد من نوعه ، من حيث تفصيله وشموله . وهذا هو الكتيب الذى أصدرته وزارة الخارجية الأمريكية فى مارس ١٩٦٦ تحت عنوان « بعض الحقائق والأرقام عن هجرة المواهب والخــبرات » . والذى قام بإعداده مجلس التعليم والشئون الثقافية الدولية بالولايات المتحدة . والعيب الواضح فى هذا التقرير — ومن وجهة النظر الخاصة بالتعرف على حجم المشكلة — هو انشغاله أساساً بالأفراد الذين دخلوا الولايات المتحدة بصفة مؤقتة ثم استقر بهم المقام فيهـا خلال عام ١٩٦٦ . ولما كانت الولايات المتحدة هى بلا شك البلد الذى يذهب إليه القدر الأكبر من العاملين المهاجرين ، فان هذا التقرير يكتسب أهمية خاصة لمعالجته لقطاع كبير من المشكلة .

ويسلم هذا التقرير ، منذ البداية ، بوجود عملية امتصاص للعلماء والفنيين فى المجتمع الأمريكى عن طريق الهجرة من كثير من دول العالم. ولكنه لايراها بالكبر الذى يتصوره البعض وهو يضيف بعد هذا ، أن كثيراً من البلاد التى ينزح عنها هؤلاء لا تحس بخسارة كبيرة نتيجة لهذه الهجرة لأنها لا تملك وسائل الاستفادة من خبرتهم ولا يترتب إذن على هجرتهم ، بالضرورة ، أن بلادهم ستعانى عجزاً فى تخصصاتهم.

ومن الحقائق الغريبة التى يكشف عنهـا التقرير أن الغالبية العظمى من المهاجرين المدربين تدريباً عالياً يأتون إلى أمريكا بعد أن يكونوا قد أتموا دراساتهم وتدريباتهم فى الوطن الأم .

ويضيف هذا التقرير أن أكثر من ثلثى المهاجرين من هذه الفئة يأتون من بلاد قطعت شوطاً بعيداً على طريق التقـدم الاقتصادى والاجتماعى (مثل أوروبا وكندا) . فاذا ما أضيف إلى هؤلاء النازحون من اليابان واستراليا ونيوزيلندا لارتفعت هذه النسبة إلى ٧٠٪ ، أى أقل قليلا من ثلاثة أرباع العدد الكلى من المهاجرين .

---

(١) أنظر ص ١٢٣ فى شأن ارتباط العلم بالتكنولوجيا وزوال الفوارق بين العلوم الطبيعية والحيوية والإنسانية من حيث الدور الذى تلعبه فى الاقتصاد القومى .

ويعنينا هنا أن ندرس بشيء من التفصيل ، نصيب العالم العربى من نسبة الثلاثين بالمائة التى تأتى من الدول النامية والمتخلفة ، وبغض النظر عن الأهمية النسبية لهم فى مجمل حركة الهجرة إلى الولايات المتحدة ؛ فمن بين ٣٠٠٣٩ شخص هاجروا إلى الولايات المتحدة عام ١٩٦٦ تحت فئة « المهنيين والتقنيين ومن شابههم » لم يكن هناك سوى ٥٠٨٦ جاءوا أصلا إلى الولايات المتحدة فى زيارة مؤقتة ثم استقر بهم المقام بعد ذلك فيها . ولو طبقنا نفس هذه النسبة (١٧ ٪) على بيانات وزارة التعليم العالى بشأن مبعوثى الجمهورية العربية المتحدة الممتنعين عن العودة بين عامى ١٩٦٥ و١٩٦٧ والبالغ عددهم ٣٠٤ واعتبرنا إجمالى عدد المهاجرين ستة أمثال الممتنعين عن العودة (وهذا تقدير متحفظ لأنه يعتبر كل من دخل الولايات المتحدة بصفة مؤقتة طالباً) لو فعلنا هذا لكان تقديرنا لعدد المهاجرين من بلد عربى واحد ممن يندرجون تحت فئة « المهنيين والتقنيين ومن شابههم » حوالى الألفين خلال الفترة الواقعة بين عامى ١٩٦٥ر١٩٦٨ . ولو طبقناه على عدد من دخل الولايات المتحدة بصفة مؤقتة من هذه الفئة من العالم العربى كله ثم استقر به المقام فى الولايات المتحدة خلال عام ١٩٦٦ لبلغ حوالى ٢٣٠٠ عربى فى ذلك العام وحده . وإذا ما اعتبرنا أن الولايات المتحدة مسئولة عن ٦٠٪ من المهاجرين العلميين لارتفع هذا الرقم الأخير إلى قرابة ٤٠٠٠ على تركوا العالم العربى فى عام واحد . وفى الجدول (١) بيان بتوزيع المهاجرين الذين دخلوا الولايات المتحدة الأمريكية بصفة مؤقتة من الدول العربية فى مجالات العمل المختلفة ، مع مقارنة بأرقام إسرائيل .

وينتهى عرض التقرير للموقف بقوله إن العيب الرئيسى للهجرة لا يكمن فى الولايات المتحدة بل يوجد فى البلاد التى يهاجر منها هؤلاء العلماء لأن بها من عوامل الاضطراب الاقتصادى وعدم الاستقرار السياسى ما يدفع العلميين من أبنائها إلى الخارج . ويقابل هذا من الجانب الآخر عوامل جذب فى الولايات المتحدة ، مثل إغراء الوظائف الملائمة وارتفاع المستوى المادى والاجتماعى .

ولسنا هنا بصدد نقد هذا التقرير وتفنيد بعض ما يسوقه من حجج واهية يشكل التسليم بصحتها خطراً داهماً على العالم النامى ، فقد تعرض تقرير منظمة اليونسكو(١) لهـا وناقشها بهدوء ونزاهة . وإنما يعنينا هنا ما به من بيانات إحصائية وعلى الرغم من أنها قاصرة على من دخلوا الولايات المتحدة الأمريكية بصفة مؤقتة .

وخلاصة القول أنه ـ مع التسليم الكامل ، بالنقص الشديد فى البيانات المتاحة عن هجرة العلميين من العالم العربى ـ فإن أى محاولة لتقدير عددهم تنتهى إلى أننا نواجه مشكلة ذات أبعاد كبيرة ومفزعة حقاً .

٣ ـ ولقد طالعتنا جريدة الأهرام القاهرية فى عددها الصادر فى ٢١ـ٥ـ١٩٦٩ بدراسة للهجرة من الجمهورية العربية المتحدة(٢) ، وتستمد هذه الدراسة أهمية خاصة من إحصائيتين واردتين فيها تكشفان عن عدد المهاجرين الإجمالى خلال السنوات من ١٩٦٢ إلى ١٩٦٨ وعن توزيعهم على بعض التخصصات العلمية . ولاشك أن نشر هذه البيانات فى صحيفة سيارة يمثـل تحولا طيباً نحو إتاحة البيانات عن حركة الهجرة ـ نرجو أن يستمر وأن يتدعم .

ويربط الكاتب بين حركة الهجرة وبين تزايد عدد السكان . ولاغبار عليه فى هذا ، فهو لا يتعرض بشكل أساسى لمشكلة هجرة العلميين وحدهم ، بل يعالج أمر الهجرة كظاهرة عامة تشمل كل الفئات . ولكنه ـ حين يتعرض لتأثير حركة الهجرة على دفع عجلة التنمية ـ لا يرى أن هجرة العلميين قد أدركت حد الخطر ، بل أنه يرى أن حجمها ضئيل ولا يشكل

(١) اليونسكو : مشكلة هجرة العلماء والتكنولوجيين « استنزاف العقول » ، تقرير مبدئى ، باريس ٢٨ فبراير ، سنة ١٩٦٨ .

(٢) اللواء فتحى القاضى : الهجرة بين مطالب التنمية وتزايد السكان .

أى خطر على المجتمع ، إذ أن مجموع من هاجر من الأطباء والصيادلة والمهندسين لم يتجاوز ٧٧٣ فرداً فى سبع سنوات!!

ولكن الأرقام التى يوردها الكاتب فى دراسته (جدول٢) مثيرة للقلق حقاً ، فلو دققنا النظر فى الأرقام التى يوردها عن هجرة فئات العلميين التى اهتم بشأنها للفت نظرنا أمران :

١ — اتجاه هذه الأعداد نحو الزيادة - بوجه عام - فى السنين الأربع الأخيرة .

٢ — إن معدلات الزيادة فى فئة المهندسين قد بلغت أرقاماً مخيفة ، فقد ازداد عدد المهاجرين من ٤ فى عام ١٩٦٢ إلى ١٣ فى عام ١٩٦٥ إلى ٣٣٩ فى عام ١٩٦٨ . ولو استمرت معدلات الزيادة هذه دون انخفاض لبلغ عددهم عام ١٩٧١ زهاء الخمسة آلاف مهندس من المهاجرين فى العام الواحد[1].

ويبقى بعد هذا أنها تجاهلت عدداً من التخصصات العلمية الهامة ، مثل العلوم الطبيعية والزراعية والاقتصادية والإدارية والتجارية وركزت اهتمامها على عدد من المهن ، اعتبرها الكاتب هامة . ولقد كشفت دراسة التعليم العالى عن أن نسبة الممتنعين من المبعوثين فى الدراسات الإنسانية تجىء مباشرة بعد نسبة الممتنعين من المبعوثين فى العلوم الهندسية.

أما إذا قارنا عدد المهاجرين من الأفراد العلميين بإجمالى عدد المهاجرين (والذى يتأرجح منذ سنوات ثلاثة حول الألفين والخمسمائة مهاجر فى العام الواحد) لبدت زيادة نسبة العلميين واضحة ، حتى فى الحدود الضيقة التى التزم بها الكاتب فى تعريف الأفراد العلميين .

ومن المؤكد أنه لو أخذت التخصصات العلمية الأخرى فى الاعتبار لزادت أعداد المهاجرين من الأفراد العلميين ونسبتهم إلى عدد المهاجرين الكلى زيادة لا تترك مجالا للشك فى حقيقة حركة الهجرة ، فى الجمهورية العربية المتحدة على الأقل ، وفى تأثيراتها المتوقعة على جهود التنمية .

٣ - الدوافع إلى الهجرة :

من الطبيعى — ونحن بصدد البحث عن وسائل الاحتفاظ بالعلميين فى الوطن العربى — أن نعير أمر البحث فى الأسباب التى تدفع هذه النخبة من العلماء العرب إلى الهجرة اهتماماً خاصاً وأن نتوخى فيه الدقة والصراحة . ولا مفر من أن نعترف هنا مرة أخرى بنقص البيانات والدراسات فى هذا الجانب من المشكلة نقصاً شديداً . بل إنه لمن المتوقع أن تكون محاولة الوصول إلى حقيقة هذه الدوافع محفوفة بالكثير من الشكوك والتحفظات ، ما لم تكن قائمة على دراسات ميدانية على نطاق واسع بين المهاجرين أنفسهم . ولم نوفق فى العثور على مثل هذه الدراسة ، سواء للمهاجرين من العالم العربى ، أو من غيره من البلاد .

والواقع أن هذا البحث ينطوى على أمرين ، أولهما النظر فى أحوال المجتمع الذى يهاجر منه العلمى وذلك الذى

جدول رقم (٢)

السنة	عدد المهاجرين من الأطباء والصيادلة والمهندسين	إجمالى عدد المهاجرين	النسبة المئوية للعاملين
١٩٦٦	١٢٥	٢٣٥٤	٥,٣ ٪
١٩٦٧	٢٠٤	٢٥٨٩	٨,٢ ٪
١٩٦٨	٤٢١	٢٣٨٠	١٧,٧ ٪

(١) يبلغ عدد المهندسين المتخرجين فى جامعات الجمهورية العربية المتحدة ومعاهدها العليا حوالى ٢٥٠٠ مهندس فى العام .

يذهب إليه ، وثانيهما النظر فى أمر الفرد المهاجر نفسه وطريقة تدبيره لحياته . ولا يكاد أن يكون هناك سبب واحد يخطر على البال لم يرد ذكره فى إحدى الدراسات لهذه المشكلة . ومن الضرورى — إذا ما أردنا أن نكشف الأهمية النسبية للدوافع المختلفة إلى الهجرة — أن نهتم هنا بالذات بالموقف فى الدول النامية وأن نبرز الأسباب الناجمة عن الأوضاع السائدة فيها وعن العلاقات بينها وبين الدول المتقدمة .

١ — ويورد تقرير هيئة اليونسكو — فى هذا الصدد — ثلاثة أسباب اجتماعية لهجرة العلميين ، هى :

(أ) الصعوبات الداخلية التى تواجه كل دولة نامية فى تدعيم اقتصادها القومى . فبينما تقوم الدول النامية بجهد محمود يكلفها الكثير من مواردها المحدودة لإعداد الأفراد العلميين والفنيين من أبنائها وتأهيلهم تأهيلا عالياً ، إلا أن قدرتها على الاستفادة الكاملة منهم تكون عادة محدودة جداً — ولفترة غير قصيرة . ويرجع هذا إلى طبيعة الصعوبات التى تواجهها عملية التنمية مثل ضعف الاقتصاد القومى واستمرار اعتماده علمياً وتكنولوجياً على الدول الأجنبية المتقدمة وتخلخل الكيان العلمى Infrastructure ونقص مراكز البحوث والمعدات وندرة القيادات العلمية الكفؤة ذات الخبرة الواسعة .

ويذهب البعض إلى القول بأن هذا يؤدى إلى نوع من « البطالة الذهنية » المقنعة أو السافرة ويخلق ضغطاً داخلياً نحو الهجرة لكثرة عدد الأفراد المؤهلين تأهيلا عالياً الذى ينتج عن ضعف التنسيق — أو انعدامه كلية — بين برامج إعداد الاخصائيين وخطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

(ب) عدم التوازن بين مستويات التقدم العلمى والتكنولوجى فى الدول المختلفة والذى يجعل من الدول المتقدمة مراكز لجذب وتجميع رؤوس الأموال الذهنية والتقنية فى عدد قليل من التجمعات القوية . ويساعد على هذه الحركة وجود الضغوط الداخلية والبطالة الذهنية فى الدول النامية .

ويزيد من خطورة الأمر اتباع الدول المتقدمة — حكوماتها وشركاتها — لسياسات إيجابية تستهدف تشجيع هذا التجميع وتكريسه . ولقد كانت الولايات المتحدة الأمريكية مثلا تتبع ، حتى عام ١٩٦٥ ، سياسة للهجرة إليها تقوم على نظام الحصص من الجنسيات المختلفة . وكان هذا النظام يستثنى من أحكامه الأفراد العاميين المؤهلين تأهيلا عالياً . ومع ذلك ، فلقد صدر فى أكتوبر عام ١٩٦٥ قانون جديد يقيم نظام انتقاء المهاجرين صراحة على أساس تخصصاتهم وليس جنسياتهم . ونستطيع أن نلاحظ نفس هذه الاتجاهات الانتقائية التى تميز الأفراد العلميين وتشجعهم على الهجرة إلى البلاد بصرف النظر عن جنسيتهم ، فى بلاد متقدمة أخرى مثل كندا .

أما نشاط الشركات الكبرى فى الدول المتقدمة فى مجال اصطياد الأفراد العلميين فلقد سبق أن تعرضنا له فى مستهل هذا الحديث حين جاء ذكر كبرى شركات اجتذاب العلماء إلى الولايات المتحدة ، ألا وهى شركة « الوظائف المتحدة » والتى أصبح رئيسها السيد د . أ . دوجلاس ، يعرف باسم « السيد استنزاف العقول » .

(ج) حدة التنافس العالمى فى ميادين العلم والتكنولوجيا ومايثيره من محاولات بعض الدول المتقدمة التى تعانى من استنزاف العقول تعويض ماتعانيه من نقص باجتذاب العلميين من الدول النامية أو حتى تنشيط حركة الهجرة فى الاتجاه المضاد من الدول الأكثر تقدماً — أو الولايات المتحدة الأمريكية بالذات . ولقد نشطت هذه الحركة أخيراً فى انجلترا وألمانيا العربية بشكل ملحوظ وأحرزت قدراً من النجاح فى استعادة بعض علمائها من الولايات المتحدة الأمريكية الأمر الذى يستحق منا الدراسة والتمحيص .

٢ — أما الدوافع الشخصية فلقد كانت محل بحث مفصل فى دراسة الجمهورية العربية المتحدة لمشكلة استنزاف العقول والتى مهدت لدراسة اليونسكو على الصعيد العالمى .

ويورد تقرير الجمهورية العربية المتحدة النسب المئوية الآتية للأسباب المختلفة لامتناع المبعوثين عن العودة إلى وطنهم :

٤٥ ٪ للالتحاق بعمل فى الخارج
٢٣ر٧ ٪ للزواج من أجنبيات
٦ر٨ ٪ للقيام بتدريب عملى
١ر٨ ٪ للاستمرار فى دراسة أعلى من المطلوب
٦ر٨ ٪ لتغيير مجال الدراسة المطلوبة
٦ر٩ ٪ للفشل فى الدراسة

ويزيد التقرير على هذا قوله إن الزواج من أجنبية يزيد من فرص العمل فى الخارج ويتيح الزوج فرصة الإقامة الدائمة فى مقره الجديد . ويضيف أيضاً إلى ذلك قوله إن التدريب العمل خطوة نحو العمل بصفة دائمة فى الخارج ، لأنه يتيح لصاحب العمل فرصة التعرف على إمكانيات الطالب ويشجعه على الاقدام على إلحاقه بعمل دائم إذا ما اطمأن لقدرته . ولعل هذا يبرر الجمع بين الفئات الثلاث الأولى فى فئة واحدة ، تبلغ ٧٥ر٦ ٪ من المتمنعين ، يبقى أفرادها فى الخارج لوجود فرص عمل أفضل لهم فى الخارج .

ويقول التقرير إن الإغراء المادى يطغى على إحساس عضو البعثة بالمسئولية نحو وطنه . ويعتبر هذا الإغراء المادى سبباً رئيسياً فى امتناع المبعوثين عن العودة إلى وطنهم . وفى تقديرنا أن هذا التركيز على الجانب المادى يتجاهل عاملا آخر له أهمية كبيرة فى تشجيع الهجرة . ونعنى به تمتع الفرد العلمى بفرص أفضل للعمل الجاد فى فرع تخصصه والاعتراف المادى والأدبى بمكانته العلمية وانفتاح آفاق فسيحة أمامه لمواصلة تدعيم مكانته العلميـة وتزويده بكل احتياجاته فى مجال عمله بسخاء ودون عوائق . وتشير إحصائيات التقرير نفسه إلى أهمية هذا الاعتبار ، إذ أنها تورد التوزيع الموضح آنفاً للممتنعين عن العودة على مجالات العمل المختلفة فى الوطن .

والأمر الملفت للنظر هنا هو نقص نسبة الممتنعين عن العودة عن نسبة المبعوثين من المؤسسات الزراعية والصناعية، بينما تزيد نسبة الممتنعين عن نسبة المبعوثين من الجامعات ومراكز البحوث . فإذا ما سلمنا بأن فرص الإغراء المادى قائمة للتكنولوجيين فى مجالات الزراعة والصناعة ، وإذا ما ذكرنا أن رجال الجامعات ومراكز البحوث فى الجمهورية العربية المتحدة يتمتعون بكادر خاص فى المعاملة المالية يميزهم عن كثيرين من العاملين فى الدولة ، إذا ما فعلنا ذلك فإنه يبدو أن تطلع المشتغلين بالبحث من مبعوثى الجامعات

مجـال العمـــــل	النسبة المئوية من إجمالى البعثات	النسبة المئوية من إجمالى الممتنعين عن العودة
الجامعات ومراكز البحوث	٪٦٥,٨	٪٧٠
مجالات الخدمات	٪١٤,٦	٪١٨
المؤسسات الزراعية والصناعية	٪١٩,٦	٪١٢
إجمـالى	٪١٠٠	٪١٠٠

ومراكز البحوث إلى آفاق علمية أكثر رحابة يلعب دوراً هاماً فى تشجيع الهجرة . ومن الحكمة ألا نقلل من شأن هذا الاعتبار حتى لا تجىء اقتراحاتنا لحل المشكلة قاصرة عن تحقيق الهدف الذى نبغيه .

وتؤيد مشاهداتنا الفردية بين شباب العلميين الذى يترك الوطن العربى إلى الخارج النتائج السابقة ، فجلهم يقرر صراحة أنه يتوق إلى حياة مادية أفضل وإلى فرص وأنواع من العمل لاوجود لها فى بلادهم — فى الوقت الحاضر على الأقل .

ويجب أن نذكر أيضاً أن اعتناق مبادىء سياسية أو اتخاذ مواقف فكرية معينة لاتتفق والظروف القائمة فى وطن المهاجر الأصلى قد يلعب دوراً حاسماً فى بعض حالات هجرة العلميين ، خصوصاً إذا ما أحسوا بأن أسرهم قد أصابها الضر بسبب بعض الإجراءات الاجتماعية التى تتخذ فى وطنهم الأصلى .

٤ — وسائل الاحتفاظ بالعلميين :

١ — نود — قبل الخوض فى أمر وسائل الاحتفاظ بالعلميين العرب فى أوطانهم — أن نؤكد مرة أخرى الأهمية الحاسمة لجمع بيانات دقيقة ووافية عن هجرتهم إلى الخارج . ونرى أن يتم هذا على مستويين ، بحيث تقوم هيئة حكومية مسئولة فيه على جمع هذه البيانات وتصنيفها ودراستها واستخلاص النتائج والمؤشرات منها . وثانياً على مستوى عربى — داخل إطار جامعة الدول العربية مثلا — لتجميع البيانات على مستوى العالم العربى كله وتحليلها ومقارنتها . وسيكون لهذا الوجه الثانى أهميته الخاصة فى تنسيق حركات العلميين داخل العالم العربى نفسه ، من قطر لآخر والتمهيد لتخطيطها تخطيطاً علمياً يضمن أفضل استغلال لما نملكه من ثروات ذهنية على نطاق عربى موحد . ولاشك أن هناك اليوم بوادر لحركات هجرة تتخذ بالفعل اتجاهات محدودة ومحسوسة بين بلاد الوطن العربى الكبير ولا شك أيضاً أنها تثير من وقت إلى آخر بعض الصعاب والحساسيات التى لا داعى لها بالمرة . وسيكون للجمع الرتيب المتواصل للبيانات عن حركة العلميين والتقنيين ، داخل الوطن العربى ولاحتياجات كل قطر فيه من التخصصات المختلفة ، فائدة ملموسة ومباشرة فى إزالة هذه الصعاب وتوفير أكبر قدر من الاكتفاء الذاتى داخل العالم العربى . وسيساعد هذا بدوره فى نهاية الأمر على التخفيف من حجم حركة استنزاف العقول إلى خارج العالم العربى .

فاذا ما انصرفنا بعد هذا إلى بحث وسائل الاحتفاظ بالعلميين فاننا نستطيع التمييز بين مستويات ثلاثة من مستويات العمل فى هذا المجال — أولها المستوى الوطنى وثانيها المستوى العربى الإقليمى وثالثها المستوى الدولى .

٢ — ولقد ترددت فى السنين الأخيرة اقتراحات كثيرة حول ما يجب اتخاذه على المستوى الوطنى للاحتفاظ بالعلماء فى أوطانهم — خصوصاً فى الدول النامية . بل إنه لا يكاد أن يكون هناك مؤتمر أو تجمع دولى عقد فى السنين الأخيرة وتعرض الأمور التنمية وعلاقتها بالعلوم والتكنولوجيا أو للسياسات العلمية الوطنية ، إلا وقد تعرض بشكل أو بآخر لمشكلة استنزاف العقول واقترح لها عدداً من الحلول على هذا المستوى . وتنقسم اتجاهات هذه الاقتراحات إلى مجموعات ثلاثة من الخطط بعيدة المدى :

(ا) تنشيط العمل العلمى والتكنولوجى وتدعيم كيانه فى الدولة .

(ب) إعداد سياسة علمية تلائم احتياجات الدولة الاقتصادية والاجتماعية والعمل على تنفيذها .

(حـ) خلق الجو العلمى الذى يحتاج إليه كل عالم والذى يستمد منه العون والحافز على مواصلة التقدم .

إلا أننا إذا ما انتقلنا من هذه الاتجاهات العامة إلى مستوى الخطط التنفيذية على المدى القريب فلابد أن ندرك بوضوح أن مثل هذه الخطط سيتفاوت تفاوتاً كبيراً من بلد إلى آخر كما ستختلف أولوياته أيضاً ، طبقاً

لإمكانيات كل بلد وظروفه الخاصة وحجم المشكلة فيه . ونورد هنا أهم الاتجاهات التى يمكن أن تسير فيها هذه الخطط بصورة عامة :

(ا) تحسين الأحوال المادية والمعيشية للعلميين ودعم مكانتهم الاجتماعية واشراكهم على أوسع نطاق فى تحمل مسئوليات أكبر فى تخطيط مجتمعهم وإدارته واتخاذ القرارات الحاسمة فى هذا الشأن على كل مستويات المسئولية .

(ب) توطيد الصلة بالعلميين المهاجرين ومداومة الاتصال بهم والاستعانة بهم — ولو لفترات قصيرة ومتقطعة — فى نشاط وطنهم الأصلى فى مجال تخصصهم (١) . ولقد نجحت حكومة كينيا عن طريق هذه الوسائل فى استرداد حوالى نصف العلميين الذين فقدتهم إلى الولايات المتحدة الأمريكية .

(ج) تدعيم إمكانيات معاهد التعليم العالى ومراكز البحث العلمى التى يتجمع فيها عادة العلميون فى أى بلد والاهتمام بتزويدها بالمراجع العلمية والمعدات وإعطاء هذا الأمر أولوية متقدمة فى خطط الإنفاق القومى مهما كانت الظروف والصعاب . فمثل هذا الانفاق لا يصل فى النهاية إلى نسبة كبيرة من مجمل الدخل القومى وهو استثمار بعيد المدى وعائد ضخم لا يجب أن ننساه فى غمرة مشاكل الساعة وعدم وثوق الصلة فى المراحل الأولى من عملية التنمية الاقتصادية بين هذه المراكز ومراكز الإنتاج فى المجتمع .

(د) إعادة النظر بصورة شاملة فى السياسة التى درجت عليها الدول العربية فى إيفاد مبعوثيها للدراسة فى الخارج والاتجاه نحو تأهيلهم إلى أعلى مستوى علمى وتكنولوجى ممكن داخل العالم العربى نفسه، قبل إيفادهم لمزيد من الدراسة فى الدول المتقدمة . ونستطيع أن نقرر دون ما مبالغة أن العالم العربى قادر تماماً على تزويد كل أبنائه بفرص الدراسة للدرجة الجامعية الأولى فى كل فروع التخصص العلمى والتكنولوجى وأنه من الخير لنا كل الخير أن نتواصى بالكف عن إيفاد ابنائنا وبناتنا فى سن الشباب المبكر الغضة إلى خارج الوطن العربى وأن نقيهم بهذا شر التعرض لكل أنواع التأثيرات الفكرية والأخلاقية فى المرحلة التى لا تكون شخصياتهم قد اكتمل نضجها بعد ولا يكونون قد تحملوا حداً أدنى من المسئولية الاجتماعية التى تهيىء لهم فرص الارتباط الوثيق بمجتمعهم وتمثل قيمه الخاصة والإيمان بها .

ولقد حان الوقت أيضاً لكى ننظر فى أمر إيفاد مبعوثين للدراسة العليا فى عدد لا بأس به من التخصصات . والأحرى بنا أن نوفد جيل الشباب من علماء المستقبل وقد اكتمل تأهيلهم ليختلطوا بزملائهم فى الخارج اختلاط الأنداد بعد اكتمال شخصياتهم العلمية وازدياد قدرتهم على الاستفادة من فرص الاتصال بالأوساط العلمية فى الخارج ، وعلينا أن نفكر تفكيراً جدياً الآن فى خلق عدد من مراكز الدراسة الأكاديمية العليا واستقدام العلماء الأجانب للعمل فيها لفترات مناسبة يشرفون خلالها على ما يقوم به أبناؤنا من بحوث فى بيئتهم الأصلية ، كما سنفصل فى الفقرة التالية . ويرتبط بهذا أيضاً أمر تدعيم الروابط بأبنائنا الدارسين بالخارج خلال فترة تدريبهم وإعلامهم بصورة مستمرة بما يجرى فى وطنهم واتصال المسئولين الذين يسافرون إلى الخارج بهم والتعرف على وجهات نظرهم والمشاكل التى تعترضهم ، والمخاوف التى تساورهم فى شأن ظروف عملهم ومستقبلهم عندما يعودون إلى وطنهم .

(هـ) إنشاء عدد محدود من مراكز العلم والتكنولوجيا المتقدمة فى البلاد تستقطب نخبة العلميين فيها وتزودهم بما يحتاجونه من الإمكانيات باقل تكلفة ممكنة لوطنهم ودون

---

(١) قرر المؤتمر العام الخامس عشر لليونسكو المنعقد فى نوفمبر عام ١٩٦٨ القيام بتجربة رائدة لتمكين العلميين من مواطنى الدولة النامية الذين يتبوؤون مراكز مرموقة فى الدولة المتقدمة من قضاء فترات من الزمن تتراوح بين الشهر والثلاثة أشهر كل عام فى أحد المعاهد العلمية بوطنهم الأصلى (القرار ٢٠١٤٢) .

أن تبعثر الموارد المخصصة لهذا العرض على أعمال أخرى كما يحدث عادة فى الجامعات ومراكز البحوث التطبيقية وفى الأغراض المتنوعة . . . وستكون هذه المراكز خير مكان تتجمع فيه المساعدات الخارجية التى يمكن الحصول عليها لدعم النشاط العلمى والتكنولوجى المتطور وستضمن للبلاد أفضل استفادة منها . وسيكون التنافس على الالتحاق بهذه المراكز ذات المكانة المتميزة فى الإمكانيات والأداء حافزاً طيباً للعلماء الوطنيين إلى مزيد من العمل الجاد المثمر .

٣ — وما من شك فى أن قدرة أى قطر عربى على اتخاذ كل أو بعض هذه الإجراءات تتوقف إلى حد بعيد على حجم النشاط الاقتصادى فيه ومرحلة التنمية التى يمر بها والأحوال الاجتماعية والسياسية السائدة فيه. وقد لا تكون متاحة بالمرة فى بعض الحالات. وهنا يلعب التخطيط الإقليمى على مستوى العالم العربى دوره الحاسم فى التنسيق بين إمكانيات الدول العربية المختلفة ، بل وربما تكاملها على المدى البعيد .

بل إنه يتعذر إنشاء مراكز العلوم والتكنولوجيا المتقدمة التى ينفرد بها أى بلد عربى فى بعض الفروع بل وربما يكون أيضاً أمراً ليس له ما يبرره . . . لكنه يصبح أمراً مشروعاً ممكناً إذا ما أنشانا هذه المراكز على المستوى العربى . ولعل مجالات الطاقة النووية ومجموعة الالكترونيات والحاسبات المتقدمة وتطبيقاتها وهندسة الطيران والفضاء من أوضح المجالات التى تحتم أن يتم النشاط العلمى فيها على صعيد عربى موحد يزودها بدعامة راسخة وبالحد الأدنى من الإمكانيات المادية والبشرية . ولنا فى تعاون دول غرب أوروبا وشرقها أسوة حسنة فى هذا الصدد .

ولقد ورد للأمانة العامة لجامعة الدول العربية من رابطة العلماء فى شيكاجو مشروع «لتنمية واستثمار الأدمغة العربية» يهدف إلى قيام ثورة علمية حديثة قائمة على البحث العلمى ، تبرز الكيان العربى فى مجال البحوث التقنية وأعمال التطوير عن طريق التعاون بين المؤسسات التعليمية فى العالم العربى كله وحشد جهود الأفذاذ من رجالها فى إطار موحد فعال .

ويقترح هذا المشروع الاقتراحات التالية كخطوط عريضة لتحقيق هذا الهدف :

١ — إنشاء مؤسسة تخص العالم العربى بأسره .

٢ — افتتاح صندوق مالى عربى لتمويل أوجه نشاط تلك المؤسسة .

٣ — إنشاء مختبرات للعروبة شاملة للقيام بالبحوث والتطورات فى مجال الأسلحة بحيث تمول الدول العربية هذه المختبرات .

ويشير المشروع إلى أن هذه المؤسسة التى تخص العالم العربى ينبثق منها جملة مراكز للبحوث النوعية المتخصصة وتقع مسئولية البدء فى البحوث وتوجيهها على عاتق الباحثين العرب الذين ينبغى العمل على جذبهم من الخارج للعمل فى هذه المراكز وذلك بتشجيعهم ومنحهم الرواتب المجزية. وتغدو مسئولية هؤلاء العلماء العرب العمل بجد ونشاط بحيث تثمر جهودهم لتوقظ الجماهير العربية الى فوائد التعليم الجيد والأبحاث العلمية .

ويشير المشروع إلى أن هناك جملة فوائد أخرى يمكن تحقيقها من خلال هذا المشروع ، منها :

١ — أن هذه المراكز البحثية سوف تسهم فى تخريج علماء عرب أكفاء يستطيعون القيام بالتعليم فى الجامعات العربية .

٢ — أن الاكتشافات العربية سوف يستفاد منها لتحسين إمكانيات العرب الصناعية وإنتاج أسلحة حديثة للدفاع .

٣ — أن الاكتشافات العربية وابداع العرب فى المجال العلمى سيحمل العالم بأسره على احترامهم .

٤ — أن هذه المراكز ستخلق وظائف لعدد كبير من

خريجى الجامعات العربية كما تساعد على وقف اضمحلال قوة الدفاع العربى بهجرة أصحابها إلى الخارج .

٥ — أن هذه المراكز سوف تغرى عرباً راسخين فى العلم بالعودة إلى أوطانهم من الولايات المتحدة وكندا وغرب أوروبا .

٦ ـ أن المهاجرين العرب الماهرين يحلون محل الأجانب المستخدمين فى مختلف البلاد العربية ويتقاضون لذلك رواتب عالية .

٧ ـ أن هذه المراكز سوف تثير لدى الشعوب العربية الحماس لتقبل الآلات والمعدات كجزء لا يتجزأ من حياتهم اليومية والاهتمام بالتعرف على إدارتها وصيانتها

٨ ـ ان اعتماد العرب على غيرهم من الأمم سوف يقل عما هو عليه فى الوقت الحاضر .

٤ ـ أما على المستوى الدولى فنقترح أن تنسق الأمة العربية جهودها لتحقيق عدد من الأهداف المحددة عن طريق المحافل والهيئات الدولية التى تشترك فيها . ونقترح فى هذا الصدد الاهتمام بإثارة الموضوعات الآتية فى المنظمات الدولية والسعى لاتخاذ قرارات وإجراءات مناسبة فيها نظراً لأننا نعانى من مشكلة عالمية :

(أ) إبراز الدور التخريبى الذى تلعبه عملية استنزاف العقول فى الدول النامية ومحاربة اتجاهات بعض الدول المتقدمة للتهوين من شأن هذه المشكلة والتماس الأعذار لها تحت ستار شعارات حرية الفرد وإعلان حقوق الإنسان . ومن حسن الحظ أن الرأى العام العالمى بما فى ذلك كثير من الدول المتقدمة يدرك الآن خطورة هذه المشكلة على حرية حركة العاملين ذاتها وعلينا أن نعمل دائماً على التمييز بين التبادل المثمر للزيارات العلمية وبين حركة الأفراد العلميين إلى خارج بلادهم فى اتجاه واحد لا عودة فيه .

(ب) العمل على تنظيم حركة هجرة العلميين على نطاق دولى طبقاً لاتفاقيات دولية (أو ثنائية) تحل بالتدريج محل قوانين الهجرة التى تسنها كل دولة على حدة ، سواء منها الدول التى تشكو من استنزاف العقـــول أو الدول المستفيدة منها

(ج) الدعوة إلى تعويض الدول التى تعانى من ندرة العلميين تعويضاً مناسباً . ولقد قدر صافى الكسب الذى حققته الولايات المتحدة من هجرة العلميين إليها منذ نهاية الحرب العالمية الثانية حتى الآن بما لا يقل عن أربعة آلاف مليون دولار من رأس المال المستورد . ويوازى هذا بالضبط ما خسرته دول أخرى من رأس المال المصدر إلى الولايات المتحدة بلا عائد من أى نوع . ولقد قدرت دراسة كندية ما حققته كندا خلال عام واحد من فوائد بسبب هجرة العلميين إليها بمبلغ ٢٤,٤ مليون دولار ، هى قيمة دراستهم الجامعية فقط ودون أن تأخذ فى الاعتبار ما يتحمله المجتمع فى إعداد كل منهم بالإضافة إلى مصاريف دراستهم الجامعية .

(د) إثارة قضية تدريب العلميين من أبناء الدول النامية واستكمال دراستهم فى الدول المتقدمة لضمان تزويدهم بدراسات تناسب ظروف البلاد التى يأتون منها ، لا لخدمة اقتصاد البلاد التى يدرسون فيها .

وعلينا أن نؤيد هنا الاتجاهات الراغبة فى إنشاء مراكز دولية للتدريب والدراسات العليا تستهدف تزويد الدارسين من كل بلد بالدراسات الملائمة لظروف بلدهم بعيداً عن تأثيرات الخطط العلمية القومية لبلد بالذات ، وإلى عقد اتفاقيات التعاون العلمى بين الجامعات ومعاهد البحوث فى البلاد العربية ونظيراتها فى الخارج ، تضمن إشرافاً دقيقاً للجامعات ومراكز البحوث العربية على تدريب أبنائها فى الخارج .

(هـ) إتاحة الفرصة للمبرزين من العلميين العرب لتمضية فترة تتراوح بين الشهر والثلاثة أشهر فى أحد مراكز البحوث النشطة فى فرع تخصصهم فى إحدى الدول المتقدمة . وسيتيح

لهم العمل هناك فرصة حفز عقولهم إلى مزيد من الأفكار الجديدة والابتكارات ، يعودون بعدها للعمل فى بلادهم بقية العام .

ولقد تقدم الدكتور عبد السلام مدير المركز الدولى للطبيعيات النظرية فى تريستا وهو المعهد التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية فى فيينا ، بالاقتراح التالى :

تخصص جامعة الدول العربية مبلغاً يتراوح بين الثلاثة والأربعة ملايين دولار كل عام للغرض السابق بيانه ويجرى توزيعها على التخصصات المختلفة (الرياضيات ، الطبيعيات التجريبية والنظرية ، الكيمياء ، علوم الأحياء ، الطب ، الهندسة) . ويتولى ترشيح العلماء للاستفادة من هذه الفرص للعمل فى المعاهد المرموقة بالدول المتقدمة جمع من العلماء العرب البارزى النشاط فى هذه الفروع ، يستهدفون على المدى البعيد خلق ارتباط وثيق بين العلماء العرب والمعاهد التى يختارونها فى الدول المتقدمة يدوم لبضعة أعوام لا تقل عن ثلاثة إلى خمسة ، فى كل حالة .

ويشير اقتراحه إلى بعض الأساليب التى استحدثها المركز الدولى للطبيعيات النظرية لتحقيق التعاون الدولى بين الأفراد العلميين والمعاهد ، وهى :

١ — التعيينات المزدوجة (الزمالة) للأفراد العلميين المبرزين فى الدول النامية والتى يرتبطون بموجبها بمعاهد يختارونها فى الدول المتقدمة .

٢ — الارتباط بين المعاهد العلمية المتناظرة فى الدول النامية والمتقدمة . ويقدم فيها معهد فى دولة متقدمة ، بموجب هذه الارتباطات ، معونات مالية يستخدمها المعهد المناظر فى دولة نامية فى إيفاد الباحثين فيه إلى الدولة المتقدمة أو إتاحة الفرصة لكبار العلماء فيه للقيام بزيارات علمية قصيرة للبلاد المتقدمة .

٣ — دعوة العلماء الزائرين لقضاء فترات طويلة فى معاهد الدول المتقدمة وإعطاء المنح لطلبة الأبحاث للدراسة فى هذه المعاهد .

٤ — عقد حلقات دراسية سنوية طويلة (ثلاثة أشهر) لإعداد البحاث فى الموضوعات المختلفة عن طريق الارتقاء بالأفراد العلميين حديثى التخرج إلى مستوى البحاث الأكفاء فى دراسات عليا مركزية يجلس فيها شباب العلميين من الدول النامية جنباً إلى جنب مع أقرانهم من الدول المتقدمة .

حول تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي

للدكتور المهندس / ابراهيم نحال

كلية الزراعة - جامعة حلب سوريا

١ - ضرورة تنظيم البحث العلمي على مستوى الوطن العربي :

إنه لمن الثابت الآن أن البحث العلمي هو المحرك الأساسي لتطور المجتمعات البشرية في عصرنا الحاضر وستزداد أهمية هذا المحرك باضطراد مستمر في المستقبل . وقد ظهرت هذه الحقيقة بصورة جلية في البلاد المتقدمة حيث قدم البحث العلمي المنظم فوائد عديدة شملت معظم مرافق الحياة . فقد ساعد على اكتشاف الثروات الطبيعية وتنظيم استثمارها واكتشاف الطرق لتفهم قوانين الطبيعة بغية الاستفادة منها في حياة البشر كما ساهم البحث العلمي في دراسة الإنسان من وجوه متعددة حيث قدمت العلوم البيولوجية والطبية والاجتماعية فوائد جمة للانسان المعاصر .

لقد ازدهر البحث العلمي بصورة خاصة في الدول الكبرى حيث أخذت هذه الدول تخصص له ميزانية ضخمة لخدمة الصناعة والزراعة والصحة العامة والدفاع الوطني بالإضافة لإشباع تعطش الإنسان لاكتشاف قوانين الكون والاطلاع على أسراره .

وهكذا ولدت في بداية القرن العشرين في تلك البلاد حضارة تعتمد في إبراز شخصيتها على مؤسسات علمية للبحوث وقد ظهرت بوادر هذه المؤسسات في البلاد الغربية .

وبذلك أنشئت في كل دولة مراكز وطنية للبحوث العلمية أخذت على عاتقها القيام بالبحوث المتعلقة بخطة التنمية في الدولة ، إلا أن التطور السريع للبحث العلمي في السنوات الأخيرة واتساعه الشديد حيث شمل العالم اللامتناهي في الصغر والعالم اللامتناهي في الكبر قد أحث الباحثين الوطنيين على التعاون فيما بينهم في بعض مجالات البحث العلمي . وهكذا ولدت في هذه الدول مؤسسات وهيئات مشتركة للبحث العلمي تضم باحثين من الدول المشتركة وذلك بغية التخفيف من كثرة التكاليف التي تتطلبها بعض البحوث والاستفادة من ندرة الاختصاصيين في بعض المجالات العلمية بحيث يجرى توحيد جهودهم وتوجيهها في أبحاث متفق عليها من قبل جميع الدول . وقد ظهرت هذه البادرة بوضوح في البلاد الغربية .

وقد اتبعت المنظمات الدولية هذه الخطة أيضاً وقامت بانشاء بعض المراكز الإقليمية

للأبحاث العلمية المتخصصة لخدمة مناطق متشابهة مثل مركز الأبحاث الجراحية للشرق الأوسط الذى أنشىء من قبل منظمة التغذية والزراعة العالمية ومراكز مشابهة فى أمريكا الجنوبية .

وقد اتبعت المنظمات الدولية هذه الخطة أيضاً وقامت بانشاء بعض المراكز الإقليمية للأبحاث العلمية المتخصصة .

شعرت بعض الدول العربية بعد استيقاظها بأهمية البحث العلمى فى تطورها الأجتماعى والإقتصادى والفكرى وفى الدفاع عن كيانها واستقلالها فأخذت كل دولة عربية تخطو فى هذا المجال طريقاً تراه مناسباً . إلا أنه ، نظراً لقلة الخبرات العلمية القومية المتوفرة فى هذه الدول واضطرارها للاعتماد على الخبراء الأجانب وكذلك نظراً لضعف الإمكانيات المادية التى يمكن أن تخصص للبحث العلمى عند بعضها فقد نشأ البحث العلمى فى كثير من هذه الدول على أسس ضعيفة بحيث لم يستطع أن يؤدى الخدمة المرجوة منه ، كما أن استقلال كل دولة عربية فى أبحاثها العلمية قد جعل معظمها يحصر اهتمامه بايجاد الحلول السريعة لبعض المشكلات الزراعية أو الصناعية أو الاجتماعية الملحة كما جعل الدول العربية عاجزة عن وضع خطة كاملة للبحث العلمى تخدم كافة النشاطات . وهكذا أهملت فى هذه الدول البحوث الطبية والبترولية والفلكية والجيولوجية والهيدرولوجية ووجوه مختلفة من البحوث الزراعية كدراسة المناطق الجافة وطرق إحيائها وبعض البحوث الحراجية كدراسة الأخشاب المحلية وطرق تصنيعها بالرغم من أن هذه البحوث المهملة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بتطور هذه البلاد .

وقد أهملت هذه البحوث بالرغم من أهميتها لسببين رئيسيين هما : (١) عدم توفر الإمكانيات المادية لكل هذه البحوث ، (٢) عدم إمكانية توفير الجهاز العلمى الوطنى اللازم لتخطيط وقيادة هذه الأبحاث والاستفادة منها فى الحياة العملية .

لقد أثبتت تجارب العشرين سنة الماضية أن اعتماد الدول العربية فى نهضتها على الخبراء الأجانب لا يمكن أن يكون إلا حلا مؤقتاً ولفترة قصيرة جداً من الزمن كما أن الإعتماد على الخبراء قد أثبت فى بعض الدول العربية فشله التام فى تحقيق تقدم ملحوظ حتى فى أبسط مرافق الحياة .

ولذلك فان البحث العلمى لم يقدم للمجتمعات العربية الفوائد التى جنتها منه الدول الأخرى والتى تجنيها منه باستمرار . وإنه يظهر بجلاء تام أن الفرق بين المجتمعات العربية والمجتمعات الدولية المتطورة سيزداد باضطراد مستمر مع مرور الزمن إن لم تبادر المجتمعات العربية بوضع كل ما بوسعها لتفجير وتنظيم طاقاتها الفكرية بأسلوب علمى حديث بغية إيجاد أسس سليمة لكافة المشاكل الفكرية والاقتصادية والاجتماعية والدفاعية التى تعانيها هذه المجتمعات .

لقد أثبتت تجارب عدد كبير من الدول العربية وغير العربية إن الدول الصغرى تعجز منفردة أن تجد الحلول العلمية لمشاكلها المتنوعة والأمر يظهر بوضوح تام فى الدول العربية التى تعتبر من البلاد النامية التى لا تتوفر عند كل منها على حدة فى غالب الأحيان الإمكانات البشرية والمادية التى يتطلبها البحث العلمى المتكامل فى كافة فروعه ونشاطاته .

إن الوطن العربى بمناجمه الفكرية وثرواته الطبيعية يملك دون أدنى شك المؤهلات الأساسية لتطوير شعبه ورفعه إلى مستوى الأمم المتقدمة وجعله يساهم من جديد فى تطوير الإنسانية جمعاء ، إلا أن الإمكانيات الفكرية مبعثرة وغير منظمة وغير مستغلة لدرجة أن الوطن العربى يعانى بشدة من هجرة الأدمغة إلى البلاد المتطورة .

ولعل من المسلم به فى هذا العصر أن القوة الحقيقية للبلاد العربية هى القوة الناتجة عن القدرة على الإكتشاف والإختراع والإبداع وعلى تحويل ذلك إلى منتجات متنوعة

يمكن أن تستفيد منها المجتمعات العربية . إن بلوغ هذه القوة يتطلب فى الدرجة الأولى تنظيم البحث العلمى بشكل يهيىء بيئة ملائمة للاكتشاف والإختراع والإبداع على مستوى الوطن العربى .

إننا نؤمن أن هذا هو السبيل الوحيد للارتفاع بالعرب إلى مصاف الأمم الحديثة . والحقيقة أن تنظيم البحث العلمى على مستوى الوطن العربى سيؤدى حتما إلى الاستفادة بشكل فعال من الطاقات الفكرية المبعثرة فى هذا الوطن والتى يهاجر قسم كبير منها وذلك عن طريق جمعها فى مؤسسات مشتركة كما أنه سيساعد على تكوين نواة من الباحثين والعلماء العرب المتخصصين فى مجالات ضيقة من مجالات ضيقة من العلوم تؤهل الأمة العربية للانفتاح على العالم الحديث بنوافذ عريضة .

إن تنظيم البحث العلمى على مستوى الوطن العربى سيسمح بتوفير الإمكانيات المادية اللازمة لبعض أنواع البحوث التى كان من المتعذر أن تقوم بها كل دولة عربية على حدة والتى عجزت الدول العربية عن القيام بها حتى الآن مما جعلها من الدول المتأخرة جداً فى مضمار بعض العلوم مثل الأبحاث الذرية والفلكية والطبية والعسكرية هذا فضلا عن الروابط المتينة التى سنشأ نتيجة هذا الاحتكاك العلمى بين النخبة المفكرة فى البلاد العربية والتى ستكون بمثابة الركيزة المتينة لاتحاد الدول العربية ولتكوين دولة عربية عصرية تملك كل وسائل النمو والتطور الذاتى وتفيد الإنسانية بقدر ما تستفيد منها .

هذا ومن الجدير ذكره أن تنظيم البحث العلمى على مستوى الوطن العربى بخلقه مؤسسات علمية رفيعة سيكون من العوامل الهامة للاحتفاظ بالعلميين العرب فى الوطن العربى وحث الآخرين الموجودين فى الخارج للعودة إلى الوطن الأم للمساهمة فى نموه بعد أن توفرت لهم البيئة العلمية الملائمة لأبحاثهم والإمكانيات المادية لحياتهم .

١ ـ أسس تنظيم البحث العلمى على مستوى الوطن العربى :

لبلوغ الأهداف التى حددناها فى الفقرة السابقة إننا نقترح إنشاء مؤسسات الأبحاث التالية :

— منظمة عربية عليا للأبحاث العلمية .

— مراكز أبحاث عربية متخصصة .

— مراكز وطنية (إقليمية) للأبحاث .

وسنهتم فى هذه المذكرة بصورة خاصة بالمنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية وبالمراكز العربية المتخصصة إذ أن المراكز الوطنية للأبحاث هى من اختصاصات كل دولة على حدة .

٢ ـ ١ ـ المنظمة العربية العليا للابحاث العلمية :

تنشأ هذه المنظمة على مستوى الوطن العربى وهى تعتبر البيئة البحثية العليا فى الوطن العربى وتلحق بجامعة الدول العربية .

(ا) أهداف المنظمة:

— إعداد خطة الأبحاث العلمية وإعداد الباحثين على مستوى الوطن العربى .

— إبداء المشورة فى مساعدة الدول العربية الأعضاء فى جامعة الدول العربية على تخطيط سياستها الزراعية والصناعية والتعليمية بحيث تنسجم مع الأبحاث العلمية الجارية فى كل بلد عربى من جهة وعلى مستوى الوطن العربى من جهة أخرى .

— إنشاء مراكز أبحاث عربية متخصصة فى البلاد العربية .

— تدعيم الصلات بين مراكز الأبحاث الوطنية فى كل دولة عربية والمراكز العربية المتخصصة والهيئات والمؤسسات البحثية الأخرى فى الوطن العربى لتنسيق نشاطاتها وتبادل الخبرات فيما بينها .

— الإشراف على تعريب المصطلحات العلمية وتوحيدها بين البلاد العربية وتأليف معجم عصرى للمصطلحات العلمية باللغات العربية والإنكليزية والفرنسية .

— تنسيق التعاون العلمى والتكنولوجى بين الوطن العربى والهيئات الدولية والبلاد الأجنبية .

— الإشراف على تأليف الكتب العلمية القيمة من قبل الباحثين والعاملين العرب باللغة العربيــة أو باللغات الأجنبية وعلى ترجمة الكتب العلمية العالمية إلى اللغة العربية .

— الإشراف على إقامة دورات تدريبية فى حقول متخصصة من العلوم للعاملين وللذين يهيأون للعمل فى البحوث العلمية فى الوطن العربى .

— نشر ملخصات دورية عن الأبحاث المنشورة فى البلاد العربية وفى العالم على أن تكون هذه الملخصات مكتوبة باللغة العربية وبإحدى اللغات الأجنبية .

(ب) صندوق المنظمة :

للمنظمة صندوق خاص يمول بمساهمة الدول العربية الأعضاء بالجامعة العربية بنسبة الدخل القومى لكل منها .

(جـ) بنية المنظمة :

تتكون المنظمة من المجالس واللجان التالية :

— مجلس الوزراء .

— المجلس العلمى للمنظمة .

— اللجان المتخصصة .

(جـ ١) مجلس الوزراء :

يتألف مجلس الوزراء من ممثلين للدول الأعضاء فى الجامعة العربيــة على مستوى الوزراء المختصين (وزراء البحث العلمى) ويشغل رئاسة المجلس ممثلو الدول فيه بشكل دورى .

يختص هذا المجلس بما يلى :

— تنسيق العمل بين الحكومات التى يمثلها وبين المنظمة العربية العليا للأبحاث بغية تنفيذ القرارات المتخذة .

— الموافقة على خطة الأبحاث الموضوعة من قبل المجلس العلمى للمنظمة والمقترحة من قبل اللجان المتخصصة .

— الموافقة على الميزانية المقترحة من قبل المجلس العلمى للمنظمة وإقرارها .

يجتمع المجلس فى دورة عادية فى شهر تشرين أول (أكتوبر) من كل عام كما يجتمع أيضاً بناء على طلب المجلس العلمى للمنظمة أو بناء على طلب أحد أعضائه .

يتخذ المجلس قراراته بأكثرية عشرة أصوات من أصل أربعة عشر صوتاً وتعتبر القرارات نافذة وملزمــة بالغاية والوسيلة .

(جـ ٢) المجلس العلمى للمنظمة :

وهو يتألف من أحد عشر عضواً يعينهم مجلس الوزراء أى أن تعيين الأعضاء يكون جماعياً وينظر فيه إلى اختصاص المرشح للعضوية وكفاءته العلمية ونزاهته دون النظر إلى اعتبار آخر .

إن مدة العضوية هى أربع سنوات يكون العضو فيها بعيداً عن كل تدخل حكومى وكل مساس بحريته ويعاد انتخاب خمسة من أعضاء المجلس كل أربع سنوات .

للمجلس العلمى رئيس ونائب للرئيس ويجرى انتخابهما من قبل المجلس العلمى بالأكثرية العادية لمدة أربع سنوات.

تلخص اختصاصات المجلس العلمى فيما يلى :

— مناقشــة خطة الأبحاث المقترحة من قبل اللجان المتخصصة وينسقها ويقوم باقرار خطة الأبحاث العامة طويلة الأمد والبرنامج السنوى للأبحاث فى مراكز الأبحاث العربية المتخصصة .

— مناقشة ميزانية الأبحاث المقترحة من قبل اللجان المتخصصة ووضع الميزانية السنوية للأبحاث .

— تقديم مشاريع اللوائح التنظيمية التى يراها ضرورية لتحقيق أهداف المنظمة إلى مجلس الوزراء لإقرارها .

(ج ٣) اللجان المتخصصة :

وهى لجان مؤلفة من أعضاء متخصصين فى فروع العلوم التى يراد الاهتمام بالتوسع بدراستها . وتتألف كل لجنة متخصصة من عشرة أعضاء يتم تعيينهم على غرار أعضاء المجلس العلمى للمنظمة .

تقترح كل لجنة خطة الأبحاث الطويلة الأمد الخاصة بها على مستوى الوطن العربى والبرامج السنوية للأبحاث وتعرضها المجلس العلمى لإقرارها .

ويمكن إنشاء اللجان المتخصصة التالية :

لجنة الأبحاث الطبية لجنة الأبحاث الذرية . لجنة الأبحاث الفضائية . لجنة الأبحاث الزراعية . لجنة الأبحاث الجيولوجية. لجنة الأبحاث الكيميائية. لجنة الأبحاث الجراحية لجنة الأبحاث الفيزيائية . لجنة الأبحاث العسكرية .

٢ - (٢) مراكز الأبحاث العربية المتخصصة :

وهى مراكز تنشأ فى بلد عربى معين بناء على قرار صادر عن المنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية للاهتمام ببحوث متخصصة تهم الوطن العربى أو قسما منه وذلك للتخفيف من كثرة التكاليف ولندرة الاختصاصيين بحيث يتطلب الأمر تجميعهم فى مؤسسة واحدة تخدم مطالب أكثر من بلد ، وتكون هذه المراكز تحت الإشراف المباشرة للمنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية .

ومن أمثلة هذه المراكز التى يمكن إنشاؤها فى الوطن العربى :

مركز الأبحاث البترولية ويمكن إنشاؤه فى الكويت ـ مركز الأبحاث الذرية فى الجمهورية العربية المتحدة ـ مركز أبحاث المناطق الجافة فى الجمهورية العربية السورية .

ونعطى فيما يلى على سبيل المثال توزيع الأبحاث التى لها علاقة بالإنتاج الزراعى وبالحراج على الوطن العربى آخذين بعين الاعتبار شدة اتساع الوطن العربى وعدم كفاية مركز واحد فى مجال معين من الأبحاث الزراعية والحراجية .

المراكز المتخصصة	البلد
ـــ مركز لأبحاث المناطق الجافة	الجمهورية العربية السورية ـ تونس
ـــ « لحماية وتحسين المناطق الجبلية	لبنان ـ الجزائر ـ السودان
ـــ « للأقمار الميتورولوجية للتنبؤ عن الطقس	الجمهورية العربية المتحدة
ـــ « أبحاث الأراضى المالحة	العراق ـ المغرب
ـــ « للمكافحة الحيوية	الأردن
ـــ « لتحسين الغابات الطبيعية	السودان ـ الجمهورية العربية السورية ـ المملكة المغربية
ـــ « لدراسة الأخشاب وتصنيعها	السودان ـ الجمهورية العربية المتحدة ـ الجزائر
ـــ « لتجارب الأوكاليبتوس	الجمهورية العربية السورية ـ المملكة المغربية
ـــ « لتحسين أشجار الحور	المملكة الليبية ـ المملكة العربية السعودية
ـــ « للميكنة الزراعية	الجمهورية العربية السورية ـ الجزائر
ـــ « لأبحاث الزيتون	تونس
ـــ « لأبحاث الحمضيات	لبنان
ـــ « لتثبيت الكثبان الرملية المتنقلة	ليبيا

إدارة المركز العربى المتخصص :

يدير المركز العربى المتخصص مجلس إدارة يتألف من :

— رئيس المركز وهو رئيس المجلس .

— ممثل عن اللجنة الزراعية فى المنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية .

— ممثل عن المركز الوطنى للأبحاث فى البلد الذى يوجد فيه المركز (أو ممثل عن الهيئات البحثية المعادلة له) .

— ممثل عن الجامعة (القسم المتخصص) .

— رؤساء الأقسام فى المركز نفسه .

الميزانية :

ميزانية المركز مستقلة ويساهم فيها البلد الذى يوجد فيه المركز بحدود ١٥٪ والمنظمة العربية العليا للأبحاث العلمية بحدود ٨٥٪ .

تعيين الباحثين :

يجرى تعيين رئيس المركز العربى المتخصص والباحثين من قبل المنظمة العربية العليا للأبحاث وذلك دون النظر إلى الجنسية بل بالاستفادة إلى الكفاءة العلمية والخبرة والنزاهة .

الملاك ونظام الترفيع والرواتب :

يضع المجلس العلمى للمنظمة العربية العليا ملاكاً موحداً لكل المراكز العربية المتخصصة ونظاماً موحداً لترفيع الباحثين وجدولا بالرواتب والتعويضات الخاصة بالباحثين والموظفين والعاملين فى هذه المراكز .

٢ ـ (٣) المراكز الوطنية (أو الاقليمية) للابحاث :

وهى مؤسسات للأبحاث العلمية تنشأ فى كل بلد عربى تكون مسئولة عن إجراء الأبحاث العلمية المتنوعة التى تخدم خطة التنمية فى الدولة . وتحتوى هذه المراكز على أقسام الفروع العلوم المتنوعة : قسم للأبحاث الزراعية وقسم للأبحاث الجراحية وقسم للأبحاث الجيولوجية وقسم للأبحاث الطبية وقسم للأبحاث الكيميائية الخ ...

إن كل دولة حسب إمكانياتها المادية والبشرية وحسب حاجتها يمكنها أن تركز اهتمامها على قسم معين من الأبحاث أكثر من غيره إلا أنها تستطيع أن تستفيد من المراكز العربية المتخصصة للأبحاث لإيجاد الحلول لمشاكلها التى لا تستطيع أن تجد لها حلا بنفسها إما لأسباب مادية أو لقدرة الاختصاصيين أو غير ذلك ، ومن هنا تبرز أهمية المراكز العربية المتخصصة للأبحاث فى دعم المراكز الوطنية للأبحاث وفى دعم خطط التنمية عند حكومات الدول العربية .

ومن الجدير ذكره بأن هذه المراكز الوطنية للأبحاث العلمية يجب أن تعمل بانسجام تام مع الأبحاث العلمية التى تجرى فى الجامعات. ولذلك فاننا نقترح أن يوجد ممثلون عن الجامعات فى مجالس إدارة هذه المراكز وفى اللجان المتخصصة المتفرعة عنها .

* * *

التعريب

الترجمة الى العربية

المهندس / خير الدين حقي

جامعة حلب - كلية الهندسة

انتدبت إلى كلية العلوم في جامعة الرباط خلال عامي ١٩٦٠ و ١٩٦١ لنقل المصطلحات العلمية التي نستعملها في جامعة حلب أو في سورية . وأصابني الحظ أن حضرت أول مؤتمر للتعريب عقد في نيسان عام ١٩٦١ وشاركت فيه .

ولا تزال صورة اللقاء الأول مع طلابي المغاربة ماثلة في خيالي حينما فوجئت ، من أول لحظة دخلت فيها قاعة الدرس ، بوابل من الأسئلة عن مدى جدوى هذه التجربة الجديدة ، باستبدال اللغة العربية التي ليست لغة العلم الحديث بالفرنسية التي ألفوها منذ نعومة أظفارهم ، ولاسيما إننا نأخذ العلوم عن الغرب ومراجعنا من معين لغاته . وتساءلوا أيضاً عن قدرة اللغة العربية على استيعاب كل هذه المصطلحات الحديثة ، وهل البلاد العربية متفقة جميعها على الأخذ بهذه المصطلحات أم لكل بلد مصطلحاته ؟ .

إن هذه القصة ، التي تحدثت عنها في مقال نشر في العدد ٦٢ من مجلة المعرفة التي تصدرها وزارة الثقافة في سورية ، أجد في تكرارها إصابة الهدف كلما جرى بحث التعريب ، لأنها تلخص المشكلة من جميع نواحيها :

— فما فائدة التعريب ما دامت كل مراجعنا بلغات أجنبية والتكنيك عندنا مستورد ؟

— وهل اللغة العربية قادرة على استيعاب مصطلحات العلوم الحديثة المتطورة بسرعة ؟

— وهل كل الناطقين باللغة العربية على وفاق فيما يخص هذه المصطلحات المترجمة ؟

أسئلة لم يطرحها طلابي في المغرب فحسب ، قبل تسع سنوات ، والتي لا زلنا نبحثها حتى هذا التاريخ ، وإنما الأسئلة نفسها طرحت قبل ذلك التاريخ بعامين في المؤتمر الذي عقده ممثلو جامعات القطرين المصري والسوري في القاهرة بعيد الوحدة مباشرة عام ١٩٥٨ لتنسيق التعليم الجامعي بينهما عرض الوفد السوري ، وكنت أحد أعضائه ، رأيه في أن تعتمد اللغة العربية في التعليم الجامعي في مصر محل اللغة الانجليزية التي كانت حينذاك معتمدة في بعض الكليات العلمية كالهندسة والطب .

وكان فصل الخطاب بالبرهان العملي حينما ألقى الدكتور عزة مريدن ، عميد كلية الطب في جامعة دمشق ، محاضرة في السريريات أمام لفيف من الأساتذة والطلاب ، إذ أقر بعدها في جلسة المؤتمر التالية أن تحتل اللغة العربية مكانها في التدريس الجامعي وفي جميع فروعه في القطرين وأن ينفذ البرنامج على مراحل في مدة خمس سنوات ، وهكذا كان .

---

(٩) نقصد بالتعريب هنا ما جرى عليه الخطأ وهو الترجمة إلى العربية ، كما نقول التتريك والفرنسة وغير ذلك (لا المعنى الصحيح) .

وفي عام ١٩٦١ عقد مؤتمر التعريب في الرباط ، الذي دعت إليه الحكومة المغربية ، ضم ممثلين عن جميع الدول العربية لبحث النقاط نفسها ، وإيجاد الحل الصحيح ، وانبثق عن هذا المؤتمر المكتب الدائم لتنسيق التعريب الذي مركزه في الرباط ، ووضع تحت إشراف الجامعة العربية . ويقوم هذا المكتب بجهود مشكورة على الرغم من العقبات التي يعانيها، على حين تبذل الحكومة المغربية جهوداً مشكورة لسد العجز واحتضان هذا المكتب الذي رعته .

فأين نحن الآن من كل هذا ؟

إن تلك الصورة قد تبدلت تماماً في بحر الأعوام التي انقضت بعد أن أخذت جميع البلاد العربية بمبدأ التعليم باللغة العربية في مراحله الابتدائية والثانوية ، وأعطت اللغة القومية المنزلة الأولى وتجنبت الازدواجية التي كانت أيام الاحتلال الأجنبي . هذا مع الاهتمام بلغة أجنبية كما يجري في جميع الأمم .

أما في الجامعات فقد احتلت اللغة العربية في كثير منها، وفي مختلف الفروع ، مكانها الأول .. ولا تزال مع ذلك بعض الجامعات العربية الأخرى تدرس بلغات أجنبية ولا سيما في الكليات العلمية . ولعل السبب هو الأمور التي أشرنا إليها أعلاه ، بالإضافة إلى صعوبة الحصول على العدد الكافي من الأساتذة العرب .

وإني سأحاول الإجابة عن المسألة المطروحة هذه ،فهي في نظري جوهر القضية التي نعالجها .

١ — لماذا التعريب ؟

ليست اللغة العربية ميتة أو ميئوساً منها حتى نحكم عليها بالموت ، فقد برهنت على قوتها في العصور الخالية ، كما هو معروف ، إذ بقيت هي اللغة العلمية الوحيدة في العالم حتى القرن الخامس عشر . وقد كتب كثيرون في مقدرة اللغة العربية على استيعاب جميع النواحي العاطفية والفلسفية والعلمية ، ودقتها فيما يقع تحت الحس وما تجول في الخاطر .

ولا أريد أن اطيل البحث في هذا الموضوع الذي أصبح مفروغا منه ، ليس بدعوى أهل اللغة العربية وتعصبهم ، ولكنني أكتفي بسرد شهادتين فقط لمستشرقين من بين كثير أعطوا رأيهم في اللغة العربية .

فقد قال إرنست رينان ما نصه « من أغرب المدهشات أن تنبت تلك اللغة القوية وتصل إلى درجة الكمال وسط الصحاري عند أمة من الرحل . تلك اللغة التي فاقت اخواتها بكثرة مفرداتها ودقة معانيها وحسن نظام مبانيها . ولم يعرف لها في كل أطوار حياتها طفولة ولا شيخوخة ولا نكاد نعلم من شأنها إلا فتوحاتها وانتصاراتها التي لا تبارى . ولا نعرف شبيهاً بهذه اللغة التي ظهرت للباحثين كاملة من غير تدرج وبقيت حافظة لكيانها من كل شائنة » .

وقال فريتاغ « إن اللغة العربية لعبت دورا أساسياً كوسيلة لنشر المعارف وآلة للتفكير في خلال المرحلة التاريخية التي بدأت حين احتكر العرب ــ على حساب الزمان واليونان ــ طريق الهند » .

وقال غيرهم الكثير عن هذه اللغة الأصيلة ولكن الذي يضع حداً فاصلا للجدل هو ما قاله ريتشارد « أنه لا يعقل أن تحل اللغة الفرنسية أو الإنجليزية محل اللغة العربية ، وأن شعباً له آداب غنية منوعة كالآداب العربية ولغة مرنة ذات مادة تكاد لا تفنى ، لا يخون ماضيه ولا ينبذ إرثاً اتصل إليه بعد قرون طويلة عن آبائه وأجداده » .

فكتابة اللغة العربية ليست إذن موضوع بحث عندي ولا عند العديد ممن يعانون التدريس الجامعي لذلك فتشكك بعضهم في إمكان اللغة العربية مرجعه بلاريب إما إلى ضعفهم فيها ، أو لوجلهم من البلبلة ، وإذا كانت الحجة الأولى مرفوضة ، فإن الحجة الثانية جديرة بالدراسة ، بل هي النقطة الرئيسية في الموضوع والتي سنعالجها فيما بعد .

إلا أننا نريد أن نشير هنا إلى أن التعريب ، الذى نقصد به إحلال اللغـــة العربية محل اللغات الأجنبية ، هو لغايات قومية مع ما فى هذه الخطى من جهد وما تتطلبه من عناء :

(ا) لأن وحدة اللغة تحقق وحده التفكير ، ووحدة التفكير تحقق وحدة الأمة العربية فى هذا العصر الذى لم يبق للقوميات الصغيرة مكان فيه . وأننا نرى المحاولات التى تجرى فى العالم لتكتل الأمم ليس على الصعيد السياسى فحسب ، وإنما لمنافع اقتصادية متبادلة على الرغم من تباين لغاتهم . وكم من محاولات قد جرت لفرض لغة واحدة بين الجميع . وقد كان فى وقت من الأوقات للغة الاسبرنتو الحظ فى أن تكون هى اللغة المشتركة . فنحن لسنا بحاجة إلى اختراع لغة جديدة تجمع بيننا فبشىء من العناية يمكن للغتنا أن تكون عاملا مهماً فى وحدتنا كما كانت على مر العصور .

(ب) لا نريد من لغتنا أن تكون وسيلة للحاق بالأمم المتقدمة فحسب ، وإنما تعطى الانسان العربى قوة للانطلاق والإبداع ، فقيمة الأمة بما تبدعه أدمغة أبنائها . ونحن إذا عدت الأمم لسنا فى المقدمة .

إننا نريد أن نقضى على الازدواجية فى حياتنا ، فلا تكون الطبقة المثقفة بعيدة عن عالمها الذى تعيش فيه دون سائر أبناء الأمة ، فلا هى قادرة على أن تفهمهم ، ولا هم بقادرين على فهمها ما دام تكوين كل منهما بلغة مختلفة عن الآخر .

(د) إن المستحدثات ، فى جميع وسائل الحياة ليست لطبقة معينة . فالدراجة والسيارة والغسالة والراديو والتلفزيون وغيرها هى لجميع الناس يستعملونها ويعالجونها . فان فهمها المهندسون يجب أن يفهمها العمال وغيرهم ، وحتى تكون لغة التخاطب بينهم واحـــدة . نعم إننا نعالج كل هذه الابتكارات والآلات والأدوات فى الوقت الحاضر ، ولـكن كان يمكن أن يرتفع مستوى الصناعة لو أمكن أن نـكتب للعمال كتباً فى مستواهم وباصطلاحات يفهمونها ، فلا تبقى المبتكرات الحديثة عندهم طامسات واسرار ، ويعم العلم وتعم المعرفة ، وأن الذى رفع العامل فى الأمم الراقية هو ما يجده بين يديه من مطبوعات فى لغة يفهمها هى لغته وهذا ما نريده للغتنا وأمتنا فى جميع أقطارنا .

(هـ) إن ارتباطنا بلغة أجنبية معينة يجعل حضارتنا مرتبطة إلى حد بعيد بحضارة الأمة صاحبة هذه اللغة . أما إذا اعتمدنا لغتنا فإن شبابنا يمكنهم أن يتلقوا العلم حيث يطيب لهم ، ويصبو حصيلة علمهم فى لغتهم ، فتتجمع للأمة العربية عصارة الحضارة فى جميع العالم . وهذا ما يجعلنا مفتوحين على كل الأمم ، وعليـه يجب ألا يشغلنا اهتمامنا بلغتنا إلى حد إهمال اللغات الأجنبية الحية ، ولا سيما التى قطعت شوطاً فى التـكنيك (التقنية) الحديث ، بل على الضد من ذلك ، أن المثقف الذى لا يعرف إلا لغته يبقى يجتر معلوماته الجامعية التى ستصبح بعد بضع سنين بالية بسبب التطور السريع فى الابتكارات والبحث العلمى ، فان توقف المثقف عن متابعتها سبقه الركب وخلفه بين الضائعين .

فتعلم لغة أو أكثر إلى جانب اللغة العربية أمر لا مندوحة منه إن كنا نبغى التطور السليم . وهذه نقطة أحب أن أصر عليها إصراراً لا يقل عن إصرارى على ضرورة التعريب .

٣ ـ هل بمقدور اللغة العربية استيعاب المصطلحات الحديثة ؟

يقول الذين آمنوا ، بعد جهد ، بعظمة اللغة العربية نعم ، إنها غنية بالمعانى والتعبيرات عن خلجات النفس ، وأنها استوعبت العلوم القديمة ، وأصبحت لغة العالم ، ولـكنها اليوم فقيرة بالمصطلحات العلمية الحديثة ، وعاجزة عن اللحاق بالتطور الهائل الذى نشاهده فى عصر التكنيك الذى يطلع علينا كل صباح جديد .

وإننى مع مشاركتى القائلين هذا القول إلى حد ما ،

أرى أن فقر اللغة المزعوم ليس بسبب اللغة نفسها ، بسبب أبنائها الذين هالتهم وفرة الاصطلاحات في مختلف العلوم المتنوعة فوقفوا أمامها واجمين . وإن دلت التجربة في الأقطار العربية الشرقية التي بدأت التعريب منذ عشرات السنين على أن القضية ليست بهذا القدر من الخطورة والامتناع ، فان الأقطار العربية في المغرب تشعر شعور الواجس على الرغم من اجتيازها مراحل محمودة في هذا السبيل .

فاللغة العربية تتألف من ثمانية وعشرين حرفاً (ماعداد الهمزة) ، والأفعال فيها مركبة من ثلاثة حروف . فلو ألفنا هذه الحروف ثلاث في ثلاث في جميع التراكيب الممكنة لحصلنا على ١٩٦٥٦ كلمة لا تشابه الواحدة منها الثانية وليس فيها حرف يشابه الآخر ، هي كل ما يمكن أن يتحقق من الثمانية والعشرين حرفاً . ولـكن قد يقع حرف واحد مكرر في آخر الـكلمة مثل شد وكر وفر . . الخ وهي تنتج من ترتيب الحروف مثنى مثنى ، فمجموعها هو ٧٥٦ تركيباً . وقد يقع مكرراً في أولها مثل آخرها ، مثل ، قلق شن ، قرق (خدع) إلا أن هذه الثانية نادرة لذلك لا تأخذ بها ، ولا نعرف تـكراراً يقع في الأول ، فيـكون مجموع الـكلمات الممكن تركيبها بثلاثة حروف هي :

$$١٩٦٥٦ + ٧٥٦ = ٢٠٤١٢$$

وقد تـكون الـكلمة رباعية أو خماسية أو سداسية ولـكنها نادرة فتهملها أيضاً .

وبسبب تنافر الحروف أن أسقطنا من العدد السابق نصفه أو يزيد قليلا ، فإن ما يبقى لدينا هو عشر آلاف كلمة هي كل ما في اللغة العربية من احتمال لعدد الأفعال ، وهو عدد محدود . فمن أين جاءت إذن عظمة هذه اللغة واتساعها الذى نتحدث عنه[1]

إن عبقرية اللغة العربية متأتية من توالدها ، فـكل كلمة فيها تلد بطوناً ، والمولودة تلد بدورها بطوناً أخرى ، فحياتها منبعثة من داخلها ، وهذا التوالد يجرى بحسب قوانين وصيغ وأوزان وقوالب غاية في السهولة والعذوبة . فيكفي أن نزاوج بين الـكلمة وأحد الحروف العشرة المجموعة في كلمة سألتمونيها أو بأكثر من حرف فيها ليخلق مولود جديد له صفاته ودورها في حياة اللغة . هذا عدا أن الحركات في الرفع والنصب والجر أو السكون لها دورها هي أيضاً في الخلق .

وقد أحصى ابن القطاع أكثر من الف ومئتى وزن أو قالب ، وعدها سيبويه قبله فتجمع له منها أكثر من ثلاثمائة . ومن الصعب حسابها رياضياً لأن كثيراً من حروف الإضافة لا يستعمل بعضها مع الآخر ، فلنقبل ما قاله سيبويه ، ولنقل أيضاً إنه ليست كل هذه الأوزان أو القوالب مستعملة ولـكن مائة منها على الأقل هي التي نستعملها في حياتنا ، فان طبقنا هذه الأوزان على الـكلمات التي احتفظنا بها (أى عشرة آلاف الـكلمة) فيـكون مجموع كلمات اللغة العربية مليون كلمة ، على حين أن أغنى لغات العالم الحية لا تتجاوز كلماتها بعض مئات من الآلاف . ولا يحتاج الانسان في حياته العادية إلى أكثر من بضعة آلاف من الـكلمات ، والباقي موزع بين العلوم المختلفة ولدلالات لا تخدم إلا أهل الاختصاص .

ومن المؤكد أن أضخم المعجمات العربية لا يحوى العدد الذى ذكرته ، بل لا يحوى ربعه . إذن ففي معاجم الغد متسع لأربعة أمثال المدنية الحاضرة ، على أن نفسح المجال للاشتقاق والتوالد دون الخروج على الأوزان والقواعد التي تتمشى وروح اللغة العربية ، أما أن نقول إن هذا لم يرد في المعجمات وهذا لم تنطق به العرب فان معناه مراوحة في المـكان

(١) يقال إن عدد مواد لسان العرب لابن منظور (لاالألفاظ) يزيد على ثمانين ألفاً ويقصد بالمادة هنا الـكلمة المجردة أو الـكلمة الأصل وفي اعتقادي أن هذا رقم مبالغ فيه جداً كما يظهره الحساب . فلو أضفنا ما أهملناه من أفعال رباعية وخماسية واعتبرنا أن كل مادة قابلة لأن تأخذ بالإضافة إلى شكلها أوزان الفعل الثلاثي الستة ، مع أن هذا غير وارد ، فلهن يبلغ مجموع المواد هذا الحد مطلقاً . على أنه لو ارتفع أصل الكلمة إلى الرباعي لزادت مواد اللغة إلى مايقرب من نصف مليون .

نفسه ولعمرى لقد أصبحت أؤمن بما يقوله بعضهم من أنه لو بقيت اللغة بين أيدى أهلها الأول ، ولم يتسلط عليها النحاة ، لتوسعت أكثر مما وصلت إليه ، لأن العرب الذين أبلغوا اللغة إلى هذا الحد من الإعجاز لم يكن يصعب عليهم التوسع بها إلى الآفاق التى تتطلبها الحضارة مهما اتسعت . إن مفاتيح اللغة بين أيدينا فلا نوصد الأبواب فى وجه تفتح كلماتها وانطلاقها فلعل الكثير منها يجد له محلا فى التعريف عن اصطلاح جديد ينتظر له مسمى عربياً . وإن عجزت لغتنا عن تلبية احتياجات العصر كافة فلنفسح المجال بعدها للكلمة الأعجمية ولنتبناها ما دمنا فى حاجة إليها ، ولكن بحسب قواعد التبنى فى التعريف الذى لم يتركه الأولون دون نظام أو ضابط ، والأخذ والعطاء من صفات الكائن الحى ، وليست لغتنا ميتة .

وفى اعتقادى أن مجامع اللغة فى البلاد العربية يمكنها أن تسدى خدمة كبيرة للباحثين ورجال العلم ، إذا هى وضعت بشكل كامل ، وفى اتفاق تام بينها ، صيغاً للاشتقاق تتمشى وروح العصر وحاجاته ، فتفسح المجال الكافى للأساتذة ورجال العلم أن يتخلصوا من البلبلة المضنية التى هم فيها .

ومتى وضعوا هذه الأسس يقتضى تعميمها على أوسع نطاق فى الأوساط الجامعية وغيرها ، فتعاون الجامعات مع المجامع اللغوية أمر لم يتم بشكل مرض حتى الآن . فلا يزال كل فى محرابه قابعاً والمعركة تدور رحاها فى الأوساط العلمية كافة دون توجه ، وهذا ما خلق الفوضى التى نعانيها اليوم فى التعابير .

إن حاجة المدارس الابتدائية والثانوية من المصطلحات قد اكتمل أكثرها ، ولا خلاف كبيراً بين البلاد العربية على القسم الأعظم منها ، ولكن الدراسة الجامعية والعلوم العصرية مازالت تحتاج إلى الكثير .

ولا يكفى طبعاً إن تضع المجامع العلمية الأسس اللازمة ، بل لا بد من الاتفاق على المصطلح العلمى بعد ذلك ، وأن تقره هيئة عربية موثوق بها ، وأن يصبح بعدئذ إلزامياً يلتزم به الجميع .

وهذا الإقرار ضرورى ، لأن الاشتقاق قد يكون فى بلد من مصدر ما وفى بلد غيره من مصدر آخر ، مثل كابح ومكبحه وكامح ومكمحه ورادع وبريك وفرام وفرملة . فعلى الرغم من أداء المعانى كلها للفظ المرادة ترجمته إلا أن التباين سيوقع فى أزمات خطيرة ، هى التى نعانيها الآن ونريد لها حلا . إننا نريد أن يكون المصطلح الواحد كلمة واحدة ، كما هى الحال فى اللغات كافة . ولا يهم شكل المصطلح فى نظرى بقدر ما يهم الاتفاق عليه إجماعياً ، حتى لا تكتب كل منا لنفسه وطلابه فقط ، وإنما للجميع ، وليكن ما يكتبه الواحد منا مفهوماً فى كل قطر من أقطار بلادنا الواسعة .

فاللفظ يثير فى ذهن السامع صورة الشيء الذهنية ومفهومه لا الشيء نفسه ، ويتم الانتقال إلى الأشياء الحسية عن طريق هذه الصورة الذهنية مهما كان اللفظ ، على أن يكون مع ذلك بين الصورة واللفظ ارتباط ما . فكلمة طيارة مثلا متى فهمها المرء أول مرة . يكفى أن تقال له مرة ثانية حتى يتصور المقصود . وهكذا الحال فى كل مصطلح على إذا ما أعطى للكلمة الشرح الكافى الدقيق فيما تدل عليه .

وليس من الضرورى أن يترجم المصطلح حرفياً ، فكلمة دراجة أخذت من صفة حركية لهذه الآلة ، بينما تسمى فى الفرنسية أو الإنكليزية بذات الطارتين Bicyclette ، حيث أخذت لها حسية .

وقد يتبدل معنى الكلمة ومدلولها مع الزمن ، فالمقرن هو الخشبة التى تربط بين رقبتى ثورى الفلاحة ، فأخذناها لوساطة الربط بين محورى آلتين تدوران معاً . والتفرجة هى المسافة بين الأصابع ، فاستعملناها فى المسافة الصغيرة التى تترك عادة بين دوار Rotor المحركات الكهربائية وساكنها (Stator)

وهكذا فى حياتنا العـامة إجمالا دخلت كلمات كثيرة اقتضاها التطور والحياة العصرية منها سياسة ومنها اقتصادية أو تجارية لم تـكن بالأصل لها المعانى نفسها . ولـكن إن حادت عن معانيها الأصلية فإنها لم تنفصم تماماً عن المعنى الأول الذى هو المنبع الرئيسى .

وقد نشتق من كلمة واحدة عدة كلمات مثل : مغسلة وغسالة ومغتسل وغسيل وغسل ومن السهل ردها إلى الأصل الذى هو فعل غسل ، إذ تتابع حروف غسل فى جميع الـكلمات بترتيبها نفسه فى الأصل ، وهى مزية كبيرة فى لغتنا تيسر علينا الاشتقاق وفهم معانيها ودلالتها بمجرد سماعها . فمصدرها يدل على معناها ، ووزنها يدل على وظيفتها ، بخلاف مانراه فى اللغات الأخرى التى يصعب رد الـكلمات فيها إلى أصلها . فمن يمكنه مثلا من أهل اللغة أنفسهم أن يتصور أن كلمتى Capitaine و Chef هما من مصدر لاتينى واحد هو Caput التى معناها الرأس . وأن Ventu و Virilité أصلهما اللاتينى واحد هو Virum ومعناه الرجل وكثير غيرها .

لذلك فإنه فى توالد عشرة آلاف الـكلمة الأصلية مايغنينا عن مجموعة ضخمة من المفردات المعقدة التى لا رابط بينها كما فى اللغات الأجنبية .

وإننا إذ نعول باهتمام كبير على الأوزان أو القوالب ، فإن النحاة لم يميزوا لنا منها بعضها مثل اسم الفاعل واسم المفعول والصفة المشبهة وأفعل التفضيل واسم الزمان واسم المـكان واسم الآلة والأفعال وتصاريفها وبعض الجموع القياسية السالمة وغير السالمة ، مما هو معروف ، وبعض الصيغ مثل وزن فاعل للدلالة على تعلق الفعل بمتعدد مثل قاتل وفاخر وشارك .

أو تفاعل الذى يدل على المشاركة بين عدد من الفاعلين مثل تصالح وتعاون وتزاحم .

وتفعل وهو مطاوع فعل مثل تـكسر وتقطع .

وفعال وتدل على الأصوات مثل دعاء وصراخ وثغاء أو داء مثل صداع ودوار .

وفعالة وتدل على البقايا مثل حثالة ونخالة ونفاية .

وفعالة لتدل على الحرفة كالصناعة والنجارة والتجارة .

وفعال للمبالغة كشراب وقتال .

ومفعلة للمكان الذى يكثر فيه الشىء مثل مكلأة ومأسدة .

وفعال لتدل على الأدوات والمرافق مثل : لباس وزمام وحزام .

وفعول لتدل على قابلية القيام بالعمل مثل : شروب وطهور أو التميز به مثل : طروب ونصوح وللآلة ، التى تهمنا نحن رجال العلم ، أوزان شتى قديمة وحديثة ، ولـكنها أصبحت مألوفة وينسج على منوالها كثير من الاصطلاحات دون ما تنسيق . وجدير بنا أن نقف عند هذا الموضوع لأهميته الخاصة بالنسبة إلى مؤتمرنا .

فقد ذكرت كتب النحو أن للالة الاوزان مفعـال ومفعل ومفعلة مثل : مفتاح ومبرد ومحبرة اعتبرها اللغويون هى الأسـاسية ، ولـكن فى الحقيقة هنـالك أوزان كثيرة نستعملها بكل بساطة دون أن نشعر بجفافها وهى :

فعالة مثل جرار .

وفعالة وهى كثيرة مثل طيارة .

وفاعل مثل حاجز .

وفاعله مثل قاطره .

وفعال مثل زمام . وزن قديم .

وفاعول مثل طاحون .

وأفعيل مثل أزميل .

ويوجد أوزان أخرى يمكن التوسع بها عند ما يخصص البحث لها ، ولـكن ليست كل هذه الأوزان فى مفهوم

العربي متعادلة لحسن الحظ ، فبينهما تفاوت هو ما أريد أن أكشفه الآن ليعيننا في وضع المصطلحات فعلى وزن مفعال نجد :

ميزان : وهو ما يقاس به الوزن .

مكيال : وهو ما يكال به الشيء أن يعين كميته ، ومقداره

مسبار : وهو ما يقاس به عمق الجرح .

مثقال ، وهو ما يوزن به أي يقاس به الثقل .

ميقات : وهو الموعد الذي جعل له وقت أي ما يقدر له زمن .

فمن هذه الأمثلة نجد أن وزن مفعال هو للآلة التي تنفع للقياس ، ولذلك يجدر بنا أن نخصصه لهذه الوظيفة فنقول :

مطياف : لقياس الطيف .

معداد : لقياس الأعداد وضبطها .

ممطار : لقياس المطر .

مرياح : لقياس الرياح .

منواء : لقياس النوء .

مرطاب : لقياس الرطوبة .

مضغاط : لقياس الضغط (وليس مضغط الذي ورد في المنجد) .

مهواء : لقياس كمية الهواء .

محدار : لقياس درجة الحرارة .

مسعار : لقياس كمية الحرارة .

مسراع : لقياس السرعة .

معجال : لقياس التعجيل .

مدوار : لقياس عدد الدورات .

مرداد : لقياس التردد .

مجهاد : لقياس الجهد .

وهكذا نخصص هذا الوزن لأجهزة القياس ونحصرها به ، ونترك الكلمات القديمة التي على هذا الوزن دون أن نتعرض لها حتى ولو لم تعن وظيفة للقياس مثل : مفتاح ، منشار ، الخ ، أما الكلمات الحديثة الوضع مثل مسطار[1] لترجمة كلمة tire-ligne فمن الأفضل أن تسمى بوزن آخر كمسطر مثلا أو مسحب .

ومثلها مرقاة لترجمة كلمة Asceneseur ولو كان وزنها مفعلة لأن أصلها مرقية فمن الأفضل تخصيص كلمة مصعدة[2] لها تجنباً للوزن الصوتي .

وإذا استعرضنا وزن مفعل مثل : مثقب ، مبرد ، منجل ، منقش ، مضغط ، محفز ، مبضع ، ومحجم وغيرها . نجد أنها تعني أداة لإنتاج عمل مباشر فنتركها لمثل هذه الوظيفة .

أما إذا استعرضنا وزن مفعلة : محبرة ، مغسلة ، مكنسة ، مكسحة ، معلقة ، مبخرة ، مطرقة ، مسطرة وغيرها نجد أن لها معاني الوزن السابق نفسها تقريباً مع اختصاص أكثر بأن ما يشتق على هذ الوزن السابق هو آلة تستعمل وسيلة غير مباشرة . فالمحبرة لحفظ الحبر وليست هي التي تصنع الحبر . والمغسلة وسيلة للغسل ، وليست هي التي ترسل والمعلقة للعلق الطعام وليست هي التي تلعق . والمبخرة لحروق البخور ، وهكذا ، بعكس الأدوات السابقة ، فان المثقب هو الذي يثقب ، والمبرد هو الذي يبرد ، والمنقش هو الذي ينقش وهكذا . .

إذن ، فقد توضحت خصائص الوزنين الآن ، ولهذا في أثناء الاشتقاق يجب أن نحاول مراعاة وظيفة كل منهما .

أما آلات الإنتاج ولا سيما المتحركة بوساطة ما

---

(١) المنجد .

(٢) انظر فيما بعد وزن مفعله .

(غير جهد الإنسان) فلنشتق أسماؤها على وزن فثال مثل : نراد ، جرار ، خطار ، حظار ، رقاص ...الخ .

وإن كنت أرى أن يكون الاشتقاق على وزن فعالة[1] لنترك وزن فعال للصانع الذى يقوم بالحرفة التى تختص بها الآلةفنقول: دراجة ، سيارة ، طياره ، نفاثة ، غسالة ، خلاطه عوامه ، فرازه ، ثلاجه ، حفاره ، خراطه ، نشارة ، دراسة ، دخالة ... الخ .

وعندى أنه استثقل هذا الوزن أحياناً فان وزن فاعلية يفى بالغرض تماماً مثل : باخرة ، وقاطرة ، وشاحنة ، وحافلة فهى ألطف من بخاره ، وقطاره ، وشحانه ، وحفاله ، وإن كان وزن فاعله حين ينتقل إلى الصفة المشبهة يفيد الاستمرار لا المبالغة فى الفعل أو التخصص به . أعنى أن المرء يفرق بسهولة بين طائرة وطياره والدقة بين المعنيين .

وكوزن فاعله وزن فاعل مثل قاطع وحاجز وضاغط وعازق وخازق (سنان الرمح) .

وهنالك أيضاً وزن مفيد جداً هووزن فعال للأدوات (والملابس) ، وهو من الأوزان المألوفة جداً لـكثرة ما جاء على وزنه فمثلا : حزام . لجام . زمام. خزام . قراب . سوار. ستار. زناد. سنان. صفاق وغيرها ، ويمكن أن يستخدم بنجاح لخفته ، ولـكن لم ينتبه إليه بعد فى الاشتقاق .

وقلنا أنه قد ورد على وزن فاعول بعض أسماء الآلات والأدوات مثل . طاحون وخازوق وشاقول وجاروش وقادوس وقاموس وناقوس وساعور . وعلى الوزن نفسه يستعمل العامة : تابوت ورابوب وشا كوش وطاروق وشادوف وغيرها .

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه وإن كانت كلمة شاقول تعنى آلة للقياس لأنها ميزان البنائين ، لـكنها كلمة عبرية الأصل ، لذلك فان وزن مفعال لأجهزة القياس يبقى هو الوحيد .

ووزن أفعيل مثل أبريق (فارسية) ، وأزميل (يونانية) وأسفين وصحيحها سفين (وهى يونانية أيضاً) ، فيجب ألا يقاس عليه ، مع يعينى أنه إذا اقتضت الحاجة إلى ذلك فليس من مانع لهذا فهو وزن مستساغ .

والخلاصة نرى أن لأسماء الآلة أوزاناً كثيرة يجب ألا نهملها ، لـكنها فى الواقع تحتاج إلى تنسيق ما دامت أنواع الآلات والأجهزة والأدوات قد أصبحت متنوعة الوظائف ومن المستحسن بل ربما من الضرورى ، أن نخصص لـكل وظيفة وزناً خاصاً كما سبق وأوضحت الجوانب التى قدرت عليها،وليست لغوياً ، لـكننى لـكثرة ما عانيت من موضوع النقل إلى اللغة للعربية بحكم عملى ، توصلت لهذه النتائج وتقيدت بها .

ولأضرب مثلا على طريقة الاشتقاق التى نتبعها من فعل غزل مثلا :

— فالصناعة هى الغزالة كالنجارة والحـدادة والصباغة وغيرها .

والإنتاج هو الغزل .

— والمصنع الذى يقوم بهذه الصناعة هو المغزلة كالمطحنة والمعصرة والمصبنة والمصبغة

وعلى نسقها نشتق المنسجة والمفرخة (لتفريخ الدجاج) والمغولة (لصنع الفول) والمجبنه (لصقع الجبن) والمعلبة (لصنع العلب) وغيرها .

— والآلة التى تغزل هى الغزالة كالخلاطة والجبالة والفرازة وغيرها .

— والأداة التى تقوم بلف الخيط هى المغزل كالمبرد والمنقر والمنقش.

— والجهاز الذى الذى يقيس الخيطان وتضبط به مقاييس الخيوط هو المغزال كالمثقال والمعيار .

(١) الذى قبله المجمع اللغوى المصرى .

وهذه الأوزان تخدم الثلاثي إن كان لازما أو متعدياً، وقد لا نحتاج إلى غيرها في الغالب للرباعي. فمثلا كان يمكن أن نشتق طهاره من طهر بدلا من مطهره[1] للآلة التي تطهر الثياب والأواني من الجراثيم في المستشفيات، فتكون بذلك قد التزمنا بوظائف الأوزان كما أسلفنا للثلاثي وغيره، أو مطهرة فقط مثل مغسلة، أو بالأحرى معقدمه.

وإن كان بين الأوزان التي ذكرتها ما هو مستحدث أو وسع مجال استخدامه، فيجب أن لا نستهجن هذا، فقد ظهرت بعض الأوزان في العصـــور الإسلامية الأولى كفعلاني مثلا والتي على وزنها عقلاني وروحاني وجسماني.

وللعامة أوزانها وهي تفعلن مثل تكسلن وتعمرن، أو تمفعل مثل تملعن وتمسكن، أو تفعول مثل تدهون، وغيرها وهي تراكيب تستعمل غالباً في الذم، وتلاحظ في كل هذه الأوزان نغمة الكلمة التي تبدأ كلها بحرف التاء وتنتهي بالنون مع تسكين الوسط.

وفي ذهن العامة فرق بين تكاسل مثلا التي تعني الجنوح إلى الكسل، وتكسلن التي تعني تعمد الكسل.

فكأنما في سليقة العربي قيم للحروف قائمة في ذاتها. فالتاء تدل على المشاركة مثل تعارك كما قلنا، ولكنها تدل كذلك على التظاهر بالشيء مثل تجاهل وتمارض وتباعد. والسكون في الوسط لجلب الانتباه. والنون في الآخر للتوكيد على التظاهر أو التعمد فليس الوزن في حد ذاته هو الذي فرض نفسه فقط وإنما التكوين الإجمالي للكلمة أو إذا شئنا خصائص كل حرف ومعناه أو لونه الذي ينفرد به عن سائر الحروف الهجائية الثمانية والعشرين لعب هو أيضاً دوره في أداء المعنى.

إن هذه الملاحظة تجرني إلى أن ألقي بنفسي في متاهة وأني لفاعل ذلك على الرغم من أني لا أعرف سلفاً أتخلص منها أم لا وهي:

إن الغالبية من أهل اللغة يقولون إن كلام العرب استقر على الثلاثي. وفي رأي بعضهم أنه مر بمرحلة تاريخية كان الثنائي هو الأصل، وزيد عليه الحرف الثالث لتأدية وظائف متنوعة للمعنى الأصلي أو أدغم ثنائيان للغرض نفسه.

ولماذا يكون الثنائي أصل الكلام وليس الأحادي؟ بمعنى أنه لماذا لا يكون الحرف الواحد هو اللون المختص بذاته ومن مزيج لونين يتكون لون جديد فيه خصائص الاثنين أو التعبير عنهما أو جمالهما؟ ثم إن إضافة اللون الثالث أغنى الطيف وكمله.

لقد قال بعض النحاة قديماً وحديثاً أن للحرف استقلاله ووقفوا عند تبيان كل حرف.

وبعد بدء البحث في موضوع أصل تركيب الفعل وخصائص الحروف إلى القرن الهجري الثاني واستمر حتى أيامنا هذه. فقديماً بحثه الخليل بن أحمد وسيبويه وعلي الفارس وبخاصة ابن جني الذي كان أوسعهم بحثاً وأدقهم ملاحظة. ومن المحدثين جرجي زيدان والكرملي والعلايلي. ولأورد بعض الأمثلة القليلة المقتبسة من أبحاث الباحثين.

فاجتماع النون والياء مثلا في الكلمات التالية تفيد الخروج أو الإخراج في حالات مختلفة:

نبأ نب نبت نبح نبذ نبس نبش نبض نبع نبغ نبلك نبه نبا. واجتماع القاف والطاء في الكلمات التالية تفيد القطع قط قطع قطف قطل وغيرها. حتى كأن الحرف الواحد بمفرده يؤلف كائناً حياً في ذاته كما ألمحنا أعلاه، فالغين وحدها مثلا في الكلمات التالية تعطيها معنى الاستتار والخفاء.

غاب	غار	غال	غام
غمد	غمر	غمض	غمط
غرب	غرس	غرق	غلف
غفر	غير	غبن	
غش	غط	...	الخ

(١) المنجد.

وقد أورد اللغويين لمختلف الحروف أمثلة كثيرة وتزداد هذه المجموعات بصورة يخيل معها إلى الباحث أنها لم توجد باطلا ، حتى أوحت هذه الظاهرة ، التى اكتشفها ابن جنى قبل عشرة قرون إلى بعض الباحثين فى العصر الحديث بنظرية « القيمة التعبيرية أو البيـانية للحرف فى الألفاظ العربية » . وحاول العلايلى فى كتابه « مقدمة لدرس لغة العرب » تقديم قائمة كاملة بمعانى حروف العربية . فقال بعض الباحثين إنه تعجل الأمور ولم يستقرىء ويتحر بما فيه الكفاية ، وأطرى عمله آخرون .

ومهما قيل فى القائمة التى وضعها العلايلى ، فاننى أرى فيها ضالتى المنشودة . وقبل بيـان غايتى منها أقول إن البحث الذى بدأ قبل أكثر من عشرة قرون آن له أن ينضج ، وإن لم ينضج بعد فحرى بلغوى هذا العصر أن يمنحوه العنـاية البالغة ، وإذا كان لا بد من معرفة سبب ذلك أجيب .

إنه إن أصحت النتائج بشكل علمى واضح أصبح أمر إيجاد المصطلحات العلمية عملية سهلة جـداً بفضـل العقـل الالـكترونى ، وذلك بأن تسأل العقل أن يركب لنا كلمة أقرب ما تـكون من المعنى المطلوب الذى تحدد له صفـاته ، فيقوم العقل فى لمح البصر بمزج الحروف الملائمة لتأدية هذا المعنى بحسب خصائصها ويعرض علينا حلا أو عدد حلول تفى بالمطلوب ، على ألا يزيد عدد حروفها على الثلاثة أو الأربعة فنستنبط منها الكلمة على الوزن الذى نريده .

قد يكون الجواب فعلا ورد فى اللغة العربية ، وقد يكون غير وارد فى المعجمات فان كان مستساغا ادخلناه فى مفردات اللغة . وإن لم يكن كذلك عرضنا المشكلة مرة ثانية على العقل الالـكترونى بصيغة أخرى وثالثة أيضاً إن اقتضى الأمر .

قد يتهمنى بعضهم أن تفكير هذا ناتج عن انحراف مهنى ، ولـكن المحاولة تستحق أن تولى العناية حتى بما لدينا من رأس مال فى هذا الموضوع ، فهى لا تكلفنا الآن أكثر من أن نجرى تجربة بالاعتماد مثلا على علاقتها وعلى الأوزان المألوفة فقط . وتفحص الفـكرة باستخلاص كلمات معروفة لنرى أيجيب العقل الالـكترونى عنها كما نعرفها أم لا . إننى واثق أن البحث هذا سيؤدى إلى نتيجة على أن تتقن برمجة الموضوع بالشكل السليم قبل عرضه على الجهاز . فقد كان العقل أو المبرمجون أن يجعـلوا العـقل يترجم من لغة إلى لغة أخرى فضلا عما يؤديه من حسابات سريعة وعويصة تعد بالآلاف فى ثوان ، فهل سيعجز عن حل مشكلتنا هذه ؟

لقد فـكر الخليل بن احمد الفراهيـدى (١٧٥هـ — ٢٠٤هـ) فى حل الـكلمة إلى حروفهـا الأصليـة الثلاثة ، ثم تقليب مواقع هذه الحروف وترتيبها فى جداول ، فقيل إن الباعث له على هذا الترتيب فكرة إحصائية رياضية مسيطرة عليه كعالم رياضى . فما ضره ما قيل فيه وظلت طريقته تسير عبر الأجيال .

ولعل فـكرتى الهندسية التى أطرحهـا تكمل فـكرته الرياضية على شـكل ربما كان كما يتمناه ابن جنى ، أو تكون نصراً للعلايلى وخدمة للعروبة .

هذا فيما يخص مادة الـكلمة ، أما فيما يخص وزنها ، فقد ذكر ابن قتيبة فى أدب الـكاتب كثيراً من معانى الأبنية ونقل عنه الـكثيرون ، ولـكنه لم يستوف كل ما فى العربية من إمكانات ، ولا بد من رواد جدد للـكشف عن خصائص هذا الـكنز الذى إن أمكن ضبطه فى قواعد وأسس توفر على المتـكلم والمتعلم كثيراً من الجهد ، وتجعل اللغة العربية ، كما أرادها أهلها الأول ، لغة الضوابط كالدساتير الرياضية ، وتصبح أسهل وأسرع فى حل مشكلاتنا الحاضرة المتعلقة بهذه الناحية ، والإشراف على المستقبل بفضل تعبيد طريق التطور له .

وليس الاشتقاق الصغير أو الاشتقاق الـكبير أو الاشتقاق الأكبر أو الاشتقاق المركب وغيرهما كما يسميها أهل اللغة هى الطريق الوحيدة ، فهنالك النحت أيضاً ، وهو أن نأخذ

كلمتين أو أكثر وننحت منهما كلمة واحدة آخذة منها جميعاً أو من بعضها كالبسملة والحمد له والحوقلة والعبشمى وغيرها ، ولكنها طريقة كانت محدودة . إنما نحن نحتاج إلى أحياء هذه الطريقة جريا على ما يستعمله الأجانب فى تراكيبهم العلمية ، فنقول : الكهرضوئى ، والكهر حرارى ، والكهر مغنطى وكل ما يتعلق بحادثتين طبيعيتين إحداهما الكهرباء ، كما عممناها على علاقات أخرى . وهذا النحت فى الواقع اقتبسناه من الترجمة للمصطلحات العلمية مع تحريف أحياناً فى التركيب من حيث التقديم والتأخير فمثلا نقول كهر حرارى لما ترجمته Thérmo-éléctrique ، ونقول كهرمائى لما ترجمته Hyaro-éléctrique وكل ذلك توخياً لسهولة اللفظ حسب طبيعة اللغة العربية نفسها .

والخلاصة إن كان النحت فى اللغات الأجنبية هو القاعدة الغالبة فى استنباط المعانى لما هو مستحدث ، فإن فى لغتنا كل القابلية أيضاً لتطبيق هذه الطريقة ، ولا سيما إن الكلمات العربية قصيرة فالنحت ان يجعل منها كلمات طويلة يصعب نطقها كما هو الحال أحيانا فى اللغات الأجنبية .

وقد قال فولتير « إن اللغة ، أى لغة ، تعجز عن التعبير الكامل عن آرائنا ومشاعرنا ، فالفروق بينها كثيرة لا تكاد تلمس ، فتضطرنا اللغة مثلا أن نعبر بلفظ الحب أو البعض عن آلاف من ضروب الحب أو البعض كلها مختلفة ، وكذلك الحال فى موضوع آلامنا وملاذنا » .

فإن كان صحيحاً فيما يخص نوازع النفس وخلجاتها ، فنحن المهندسين أمرنا أبسط وأيسر ، لأننا نعنى بالمصطلح فى الغالب شيئاً ملموساً أو حادثة طبيعية لا تعقيد فيها مثل الجاذبية والقوة والطاقة وغيرها .

ولذلك يكفى التواضع على الكلمة حتى تصبح مدلولا دقيقاً دقة العلم الذى يحدد هذا الموصوف أو المسمى .

ضرورة توحيد المصطلح العلمى :

ليس من العسير إيجاد المصطلح العلمى ، وقد يمكن أيضاً إيجاد أكثر من مصطلح لشىء واحد فاللغة العربية غنية كما رأينا ، إنما المشكلة ، كل المشكلة ، تكمن فى الاتفاق على المصطلح الواحد للمعنى الواحد .

لا تواجه بقية الأمم هذه المشكلة لأن أهل اللغة الواحدة يخضعون لدولة واحدة تفرض الكلمة فتأخذ مجراها فى الكتب وعلى ألسنة الناس .

إنما نحن إن لم نتواضع جميعنا على الكلمة الواحدة نشأت ، إن صح هذا التعبير ، عدة لغات عامية وكلها عربية ولكنها لغات قطرية لا تتعدى حدود البلد الواحد ووقعنا مثل ما نعانيه من أمر اللهجات العامية المحلية .

على أن أهل اللغة الفصيحة فى يديهم سلاح قوى لمحاربة هذه اللهجات العامية ، وقد حاربوها فعلا وانتصروا عليها وذهبت صيحات الداعين للهجات العامية سدى .

ولكن هل الغير على اللغة الفصيحة قادرون على عمل شىء تجاه تعدد المصطلحات ؟ غالب الظن أنهم مجردون من السلاح فى هذا الميدان . لأن المصطلح العلمى حيثما نشأ يمكن أن يكون فصيحاً لا إعتراض لأهل اللغة عليه . فمثلا نقول الرقاص والنواس والخطار للدلالة على شىء واحد . فما الحيلة إذن لعدم التردى فى مثل هذا الوضع الخطير الذى سيكون تجزيئاً لمفكرى العالم العربى ؟

فى اعتقادى أن المسئولية كما تقع على أهل اللغة ، تقع أيضاً على أهل العلم أنفسهم ، ولعل مسئوليتهم فى هذا المجال أكبر .

فالكى لا نسجل على أنفسنا تجاه الأجيال القادمة وصمة لا يسامحوننا بها ، ولا سيما أننا فى بدء الطريق ، علينا أن نحض حكوماتنا مباشرة ، أو أن تأخذ الجامعة العربية بين يديها هذا الموضوع بما يستحقه من الأهمية . وأن المكتب الدائم لتنسيق التعريب مؤسسة يمكن أن تعطى الثمار الطيبة على أن تدعم بكل قوة ، حتى يصل صوتها إلى أعماق كل مشتغل بالتعريب ، فنفيد منها وتفيد منا ونقص على فوضى المصطلحات التى نعانيها .

توصيات المؤتمر

أصدر المؤتمر ستة عشر توصية أساسية ، تناولت كل منها موضوعاً هاماً قائماً بذاته ، ثم عنيت كل توصية بتحديد الطريق العلمى لوضعها موضع التنفيذ . ولما كانت هذه التوصيات تعد من أخطر ما صدر عن مؤتمرات أو لقاءات علمية عربية ، فضلا عما تميزت به من طبيعة علمية موضوعية ، وعملية محددة . بحيث يمكن أن تعد دستوراً لعمل علمى عربى متكامل نبدأ به الخطو السليم فى ملاحقة التقدم العلمى فإنه من الخير كل الخير أن تنشر على صفحات « المجلة » كاملة غير منقوصة .

ومن الواضح أن هـذه التوصيات تنقسم إلى قسمين ، الأول — بعيد المدى ، والثانى — قريب المدى . . بمعنى أن بلوغ أهداف كل قسم يتحقق بعـد وقت طويل أو قصير ، وليس بمعنى أن يبدأ العمل بأحدهما قبل الآخر ، بل من الضرورى السعى لـكى يبدأ التنفيذ فوراً وفى أقرب وقت ممكن بالنسبة لجميع التوصيات بدون استثناء .

ولا ريب أن على جامعة الدول العربية واجب ضخم ومسئولية كبرى فى تبنى هذه التوصيات وإقرارها من أجهزتها المسئولة ، ثم السعى لأن تعمل بهـا الدول العربية الأعضاء . . ومن العلامات التى تثير التفاؤل إنشاء قسم للعلوم والتكنولوجيا داخل أجهزة الجامعـة ، عليه — إلى جانب إدارة الجامعة الأخرى وخاصة الإدارة الثقافية — متابعة تطبيق هذه التوصيات وترجمتها إلى واقع حى ينور به مجتمع الأمة العربية كلها .

وقد تضمنت التوصية الثانية عشرة إنشاء مجلس علمى عربى ، وليس من شك عندى ، وقد كان للمجلس الأعلى للبحث العلمى (وزارة البحث العلمى) فى الجمهورية العربية المتحدة شرف اقتراح إنشاء هذا المجلس منذ أكثر من عامين ، وبعد النكسة . وتطلعاً إلى دعم العمل العلمى الموحد — ليس من شك أن هذا المجلس يستطيع عند إنشائه أن يحقق الكثير من المنجزات التى يتطلع إليها علماء العرب ومن ورائهم الأمة العربية كلها .

نص التوصيات

التوصية الأولى :

لما كانت اللغة القومية لكل أمة هى الوعاء الفكرى للمواطن ، إذ أنها أداة التفكير كما أنها وسيلة التعبير .

وتحقيقاً للأهداف العلمية والتربوية لوضع المادة العلمية فى متناول إدراك الطالب وفهمه دون عوائق لغوية تزيد من صعوبة المادة وتعمل على الإبطاء فى استيعابها .

وإيماناً بأن تأصيل العلم والتفكير العلمى لدى أية أمة يتطلب استعمال لغتها القومية فى كل من التدريس والبحث العلمى فى جميع مراحل الدراسة .

وإدراكا أن استعمال اللغة القومية فى التدريس والبحث العلمى يزيد من ارتباط العلماء بشعوبهم ومن ارتباط العلم وتطبيقاته بقضايا وطنهم وحاجات أمتهم ومتطلباتها ، ويساعد على الاحتفاظ بهم والحد من هجرتهم .

وتقريراً للحقيقة التاريخية المعروفة إن اللغة العربية وسعت فى عصور ازدهارها جميع جوانب المعرفة العلمية والحضارية ، وكان لها أثرها الواضح فى النهضة العلمية الأوربية .

واعتماداً على طبيعة اللغة العربية وسعتها ومرونتها وقدرتها على التطور والاستيعاب والتعبير عن العلم الحديث وتطبيقاته ، وقد تمثل ذلك فى التجربة الرائدة التى نهضت بعبئها الجامعة السورية خلال نصف قرن بالتدريس والتأليف فى الكليات العلمية والعملية باللغة العربية ، والتى تتطلب من الجامعات العربية الأخرى الإسراع إلى التعاون والدعم والمساندة .

ومع الاعتراف بالصعاب الحالية التى تعترض سبيل استعمال اللغة العربية لغة تدريس وبحث علمى فى الكليات الجامعية والمعاهد ، والتى تستدعى :

١ — إعداد هيئة التدريس .

٢ — ترجمة المصطلحات وتعريبها وتوحيدها .

٣ — استكمال النقص فى المراجع والمصادر العلمية .

وهى الصعاب التى أمكن التغلب عليها فعلا فى مراحل التعليم العام وفى كليات الحقوق وفى الدراسات الاجتماعية والنفسية ، التى أصبح التدريس فيها منذ زمن باللغة العربية فى كثير من البلاد العربية أمراً واقعياً وحقيقة مقررة ، بعد أن كان التدريس فيها بلغات أجنبية ، وكانت الاعتراضات على تعريبها والصعاب أمام ذلك هى الاعتراضات والصعاب نفسها التى تثار الآن فى مجال استعمال اللغة العربية للتدريس والبحث العلميين .

ومع التأكيد على ضرورة بذل مزيد من العناية باللغات الأجنبية لتكون نافذة تطل على سير العلم فى البلاد الأخرى ووسيلة لمتابعة التطور العلمى فى العالم .

فإن المؤتمر يوصى بما يلى :

١ — المبادرة إلى استعمال اللغة العربية لغة للتدريس والبحث العلمى فى جميع مراحل الدراسة بالكليات والمعاهد العلمية والتقنية فى البلاد العربية ، على أن يصدر فى كل بلد عربى تشريع ملزم بذلك ، وأن يكون البدء بتنفيذه فى السنة الأولى (الصف الأول) بتلك الكليات والمعاهد فى بداية العام الدراسى التالى مباشرة لصدور التشريع ، وأن ينص على أن يكون التنفيذ فى السنوات (الصفوف) التالية متتابعاً عاماً بعد آخر دون فواصل زمنية .

٢ — إنشاء مركز لترجمة أمهات الكتب والمراجع اللازمة لتعريب التدريس فى الكليات والمعاهد العلمية .

٣ — إعادة تأسيس اتحاد المجامع اللغوية العربية الذى سبق أن وافق مجلس جامعة الدول العربية سنة ١٩٥٧ على تأسيسه وعلى نظامه الأساسى ، وحث مجلس جامعة الدول

العربية على أن يرصد له اعتماداً مالياً كافياً يمكنه من القيام برسالته العلمية والقومية الجليلة فى مجالس التعريب والترجمة العلمية . على أن يتطور هذا الاتحاد فى المستقبل ليصبح مجمعاً لغوياً عربياً مركزياً وتصبح المجامع الأخرى فى البلاد العربية فروعاً له .

٤ — ارتباط المكتب الدائم لتنسيق التعريب فى الوطن العربى بالرباط باتحاد المجامع وفقاً لترتيب خاص يمنع الازدواج فى العمل والتكرار فى الجهد .

٥ — حث الحكومات العربية التى لا توجد فى بلادها مجامع على تأسيس مجامع لغوية ، تكون رسالتها العمل فى نطاق القطر نفسه على قيام نهضة لغوية فكرية بشتى الوسائل وتكون فى الوقت نفسة شعباً لاتحاد المجامع ودعامة له فى عمله .

٦ — تأسيس الجمعيات العلمية لمختلف فروع العلم فى كل بلد عربى لتكون عوناً للجامعات والمجامع واتحادها والاتحاد العلمى العربى فى النهوض بالتعريب والترجمة العلمية .

٧— بذل مزيد من العناية باللغات الأجنبية فى التعليم الإعدادى والثانوى والجامعى ، والعمل على رفع مستواها للاستفادة بها فى نشر البحوث العلمية العربية على الصعيد العالمى .

التوصية الثانية :

لما كان المؤتمر يدرك أن المعركة التى تخوضها الأمة العربية هى معركة حضارية فى المقام الأول وأن الأمة العربية فى حاجة إلى تقدم حضارى يستفيد من العلم مضموناً وأسلوباً فى تدعيم الجبهة العربية ، ولما كان المؤتمر يرى أن التفاعل بين الحركة العلمية والتطور الصناعى والإنتاجى أمر ضرورى للنهوض بها جميعاً ، يوصى بما يلى :

١ — وضع الخطط طويلة الأمد لتربية الجماهير العربية تربية علمية أصيلة تقوم على الإيمان بالأسلوب العلمى فى التفكير والوعى بدور العلم فى تطوير الحياة الإنسانية ، وبأهمية العمل العلمى فى حل المشكلات .

٢ — أن تقوم أجهزة التعليم والإعلام بالعمل على إزالة العراقيل التى تعوق الحركة العلمية حتى يفسح لها مجال العمل على رفع مستوى الثقافة العلمية بين الجماهير وإشاعة الفكر العلمى وتأصيل النظرة العلمية للأمور وتربية الأجيال الصاعدة تربية علمية شاملة .

٣ — اعتبار عملية الإعداد العلمى عملية متكاملة تبدأ مع الطفل وتستمر حتى الدراسات العليا ، وأن هذا التكامل يقتضى الربط بين مراحل الإعداد المختلفة وتحديد مستوياته فى كل مرحلة ، فالمؤتمر يوصى بإنشاء هيئات أو مجالس دائمة تكون مسئولة عن تطوير خطط ومناهج الدراسات العلمية فى المراحل المختلفة ورسم سياسة شاملة للاعداد العلمى ، والقيام بالدراسات والأبحاث الخاصة بتحديد نوعيات الإعداد ومستوياته .

٤ — توثيق العلاقات بين المؤسسات العلمية ومراكز الإنتاج والخدمات بحيث يتم تبادل الخبرات العلمية فيما بينها والعمل على حل المشكلات التى تواجهها تلك المراكز ، وإتاحة الفرصة لتدريب الطلاب العلميين بصورة دورية فى مراكز الإنتاج والخدمات ، وانتقاء موضوعات البحث من المشكلات التى تطرحها هذه المؤسسات والمراكز .

التوصية الثالثة :

يقدر المؤتمر الجهود التى تبذلها جميع الدول العربية فى مجال تدريس المواد العلمية فى التعليم العام ، ويرى وجوب إعطاء مزيد من الإهتمام لتحسين نوعية الإعداد العلمى فى جميع مدارس التعليم العام نظراً لأهميته سواء لإعداد المواطن

القادر على مواجهة مشكلات مجتمعة والمساهمة فى حلها أو لإعداد العلميين المتخصصين .

ولذلك يوصى المؤتمر بما يلى :

١ — العناية أثناء تدريس العلوم فى المرحلة الأولى بالدراسات التطبيقية على الطبيعة ، أى أن تقرن عملية التعليم بالمشاهدة ما أمكن ذلك وأن تنمى المبادرة الفردية واكتساب بعض المهارات العلمية بحيث يمكن تنمية الشخصية العلمية المزودة ببعض المعارف العلمية الأساسية .

٢ — إعادة صياغة المناهج العلمية بحيث تهتم بأساسيات المعرفة العلمية دون ازدحامها بالتفصيلات على أن تجرى عملية متابعة وتقويم لهذه المناهج باستمرار فى ما تسفر عنه من نتائج وما يستجد من احتياجات تمشياً مع التطور العلمى الحديث .

٣ — تطوير أساليب التدريس ، وهذا يرتهن بإعداد المعلم القائم بالتدريس ، ولذلك فالمؤتمر يوصى بالإهتمام بإعداد المدروس وتوفير الجو والظروف المناسبة لكى يقوم بدوره على أحسن وجه ، وذلك عن طريق تحسين ظروفه المادية والمعنوية وتزويده بوسائل التدريس اللازمه ومده باستمرار بالجديد فى العلم وفى طرق التدريس وتنظيم الدورات التدريبية والتجديدية المناسبة .

٤ — الاهتمام بمزج الإعداد العلمى بالإعداد الإنسانى والقومى ، وبوجه خاص إنماء إحساس الطالب بالإنتماء للوطن وإدراكه لمسئولياته تجاهه .

٥ — العناية بتدريس اللغة العربية باعتبار أن اللغة القومية هى الوسيلة المثلى للتعبير عن الأفكار العلمية وتبادلها بين أجزاء الوطن العربى . كما يؤكد ضرورة العناية بتدريس اللغات الأجنبية لأنها وسيلة هامة من وسائل تحصيل العلم .

٦ — العناية بالمدارس المهنية وزيادة عددها وتنوعها طبقاً لمتطلبات خطط التنمية على أن يرتفع مستوى الدراسة العلمية النظرية فى هذه المدارس إلى ما لا يقل عن مستواه فى المدارس العامة ، على أن يكون ذلك على حساب النواحى المهنية مع إتاحة الفرصة للمتخرج فى هذه المدارس مواصلة دراسته فى التعليم الفنى العالى إذا كان صالحاً لذلك ، على أن تراعى فى قبول الطلاب فى هذه المدارس الميل والكفاءة .

التوصية الرابعة :

يقدر المؤتمر الجهد الذى تبذله جميع الدول العربية فى التوسع فى التعليم الجامعى والعالى ، ويرى أن الوقت قد حان للاهتمام بنوعية الإعداد فى هذه المرحلة بما يفى باحتياجات الأمة العربية . ولهذا يوصى بما يلى :

١ — أن تحدد كل دولة عربية أهداف التعليم الجامعى بصورة واضحة فى ضوء احتياجاتها المحلية من علميين على مختلف أنواعهم ، آخذة فى الإعتبار الحاجات القومية على نطاق الوطن العربى .

٢ — ولما كان تحديد التخصصات وأنواعها ومجالاتها أمراً يرتبط بخطط التنمية الوطنية والقومية ، فإن المؤتمر يوصى بأنه إذا لم تتوافر خطط للتنمية طويلة الأمد فيفضل أن تكون التخصصات عريضة تتيح للمتخرجين فى الجامعة العمل فى مجالات متنوعة بحيث يستطيعون سد حاجات مختلف القطاعات والمشروعات التى يتقرر إنشاؤها فى المستقبل .

٣ — إعادة تنظيم الجامعات على أساس من الأقسام العلمية .

٤ — تجنب الازدواج بين الإعداد الأكاديمى والإعداد التطبيقى ومراعاة الاحتياجات الفعلية للمجتمع .

٥ — زيادة الاهتمام بالعلوم الإنسانية والإجتماعية فى الكليات العلمية العملية .

٦ — لما كان توفير المختبرات والأجهزة العلمية والمكتبات يحتاج إلى نفقات كبيرة قد لا تتحملها الطاقات المحلية ، فإن المؤتمر يوصى بالتنسيق بين مراكز البحث والجامعات بحيث يستفاد من الإمكانيات الموجودة وذلك بإنشاء معامل ومكتبات مركزية وتوفير خدمات التوثيق العلمى .

وفى هذا المجال يوصى المؤتمر بأن تتبنى البلاد العربية مشروع إنشاء مؤسسة عربية لتصنيع وصيانة أدوات وأجهزة المختبرات والوسائل التعليمية .

٧ — توفير أعضاء هيئات التدريس اللازمين للقيام بأعباء التدريس بحيث تصل نسبة هيئة التدريس إلى الطلاب فى أقرب وقت ممكن إلى النسب المقبولة عالمياً .

٨ — أن تتحمل الجامعات والمعاهد العليا مسئولياتها فى متابعة النمو العلمى للخريجين عن طريق البرامج التدريبية ووسائل النشر والأعلام ومراكز خدمة الخريجين .

التوصية الخامسة :

إن المؤتمر إذ يدرك أن أية نهضة علمية أصيلة تقوم أساساً على أكتاف مجموعة من الباحثين فى المجالات المختلفة، قادرين على تنشيط حركة البحث العلمى وربطها بالحركة الاجتماعية والاقتصادية ، فإنه يوجه النظر إلى ضرورة الاهتمام بإعدادهم وتوفير الظروف الملائمة لهم ، وفى هذا المجال يوصى بما يلى :

١ — لما كانت أساليب البحث العلمى وأهدافه فى الجامعات قد تختلف عنها فى مؤسسات البحث العلمى الأخرى والتى ينبغى أن يرتبط العمل فيها بالاحتياجات التطبيقية لتنمية المجتمع ، فإن المؤتمر يوصى عند تقييم أداء العلميين العاملين فى مجالات البحوث التطويرية والتطبيقية بالاعتماد على الإنتاج العلمى بدلا من الاقتصار على إعداد رسائل الماجستير والدكتوراه .

٢ — لما كان خريج الجامعة يحتاج قبل قيامه بالبحث إلى تدريب خاص يكسبه المهارات الأساسية اللازمة للبحث فإن المؤتمر يوصى بانشاء دراسات خاصة للخريجين الذين يدخلون ميدان البحث العلمى وتقويم عملهم فيها للتعرف على صلاحيتهم لمتابعة البحث العلمى .

٣ — تشجيع الربط بين بحوث الماجستير والدكتوراه وغيرها من البحوث الجامعية وبين احتياجات المجتمع ما أمكن ذلك .

٤ — يرى المؤتمر أن هناك حاجة إلى مزيد من الاهتمام بالدبلومات المهنية التطبيقية بحيث تتنوع وتأخذ صورة ذات طبيعة تطبيقية يقصد بها إعداد المتخصصين المهنيين إعداداً علمياً وعملياً للعمل فى فروع التخصص التى يحتاجها المجتمع .

٥ — تشجيع الباحثين على متابعة تكوينهم العلمى بالانتساب إلى دراسات ودورات تدريبية لرفع مستواهم بشكل مستمر .

٦ — الاهتمام بتدريب الاخصائيين فى التوثيق والنشر العلمى .

٧ — الاهتمام بتدريب الاخصائيين فى أعمال الإدارة العلمية والتخطيط العلمى .

التوصية السادسة :

لاحظ المؤتمر أن مرافق المؤسسات العلمية والإنتاجية لا سيما المراكز الصناعية فى الوطن العربى تعانى نقصاً كبيراً فى الفنيين ، مع أن العمل فى هذه المرافق يستند إلى خدمات الفنيين فى عمليات التنفيذ بقدر ما يحتاج إلى المهندسين

والعلميين من ذوى الاختصاصات العالية فى عمليات التصميم والبحث . لذلك يوصى المؤتمر بما يلى :

١ — الاهتمام بإعداد ورعاية الفنيين والمعاونين فى شئون البحث العلمى فى قطاعاته المختلفة وخاصة الفئات التالية :

(ا) المختصون بصيانة وإصلاح الأجهزة العلمية .

(ب) المختصون بأجهزة القياس الدقيق والتحليلات ومختلف التحضيرات العلمية .

(ج) الفنيون المدربون على الأجهزة الألكترونية وأجهزة الصناعات الكيميائية والتعدينية وغيرها .

(د) الفنيون فى أعمال التصميم والتجارب نصف الصناعية .

(ه) الفنيون فى أعمال الرسم والتصوير العلمى .

(و) الفنيون اللازمون للمعاونة فى أعمال المكتبات والتوثيق والنشر العلمى .

ويجب أن يكون إعداد الفنيين متناسباً مع متطلبات العمل .

٢ — تشجيع الفنيين مادياً ومعنوياً وذلك بتحسين أوضاعهم المادية وتنمية الشعور بأن عمل الفنيين لا يقل أهمية عن الأعمال العلمية الأخرى .

٣ — أن يكون المشرفون على إعداد وتدريب الفنيين من مدرسين ومدربين من ذوى الخبرة الفنيين المتمرسين بمثل هذه الأعمال .

التوصية السابعة :

يوصى المؤتمر بأن تراجع كل دولة عربية الظروف التى تدفع العلميين العرب إلى الهجرة ، مثل :

— ضعف الدعم المادى للعمل العلمى وقلة دخل العاميين التى تصرفهم عن تكريس جهودهم للعمل العامى المنتج .

— عزلة العلميين عن بعضهم البعض على الصعيدين المحلى والعربى وعدم اشتراكهم فى وضع خطط التنمية فى بلادهم .

— التركيب البيروقراطى لكثير من المؤسسات العلمية وطرق التوظف فيها والتى أدت إلى وضع كثير من غير المناسبين فى مسئوليات حساسة فى ميدان العمل العلمى ومن ثم سلبية كثير من العلميين العائدين بعد تدريبهم وتأهيلهم فى الخارج .

— القيود التى تفرض فى بعض البلدان العربية على حرية العلميين فى التفكير والعمل وعدم الاستقرار فى مجالات العمل العلمى وهيئاته ، مما يضر باستمرارية العمل .

كما يوصى المؤتمر كل دولة عربية بالعمل على الاحتفاظ بالعلميين داخل الوطن ، وعلى حسن الإفادة من طاقاتهم ، وعلى ترغيب من هاجر منهم فى العودة ، وذلك بتوفير المناخ العلمى الملائم والمشجع عن طريق اتخاذ الإجراءات التالية :

١ — توفير الدخل المادى الكافى الذى يضمن تكريس كل جهود العلميين لواجباتهم العلمية مع وضع الحوافز المادية والمعنوية لهم .

٢ — رفع القيود على تحركات العلميين داخل الوطن العربى للأغراض العلمية وإعطاء العلماء العرب الأولوية فى إشغال الشواغر فى الوطن العربى ضمن برنامج المنظمات الدولية .

٣ — إنشاء مركز عربى لجمع بيانات عن احتياجات الوطن العربى من العلميين فى حقول التخصص المختلفة وكذلك جمع بيانات عن القوى العلمية العربية العاملة فى الوطن العربى وخارجه ، وذلك من أجل التنسيق بين احتياجات الدول العربية المختلفة بما يضمن توزيعاً متكاملا للعلميين واستخدام أكبر عدد ممكن منهم داخل الوطن العربى .

٤ — مبادرة الدول العربية إلى وضع خطط مشتركة تحدد فيها مشكلاتها العلمية واحتياجاتها من العلميين وترصد لها الإمكانيات اللازمة لتنفيذ الخطة العربية المشتركة وحل ما يعترضها من عقبات .

٥ — متابعة القيام بدراسات ميدانية تهدف إلى التعرف على المشكلات التي واجهها ويواجهها العلميون العرب داخل الوطن العربي ومسببات هجرتهم .

٦ — إعادة النظر فى مؤهلات العاملين فى مختلف الحقول الإنمائية فى البلاد العربية وشغل تلك الحقول بذوى المؤهلات العلمية القادرة المتخصصة .

٧ — مبادرة الهيئات العلمية إلى خلق مدارس البحث العلمى المرتبطة باحتياجات المجتمع كوسيلة لربط العلميين بمجتمعهم وللحفاظ على العلميين الذين يعودون إلى هذه الهيئات من الخارج ولتوضيح الدور الذى يجب أن يلعبه العمل العلمى فى بناء المجتمع العربي .

٨ — إنشاء صندوق عربى يتولى تنفيذ برنامج لتبادل العلماء العرب داخل الوطن العربي من جهة وبين المؤسسات العلمية العربية ونظيراتها فى الدول المتقدمة من جهة أخرى .

٩ — اتخاذ الإجراءات الضرورية للحد من خروج الطلبة العرب للدراسة الجامعية الأولى خشية انصهارهم فى المجتمعات الأجنبية التى يذهبون إليها .

التوصية الثامنة :

يوصى المؤتمر أن تقوم كل دولة عربية بالعمل على تحقيق مسح شامل وكامل لمؤسسات البحث فيها وذلك من حيث تركيبها وأماكنها وتجهيزاتها وقدراتها والعاملين فيها (مؤهلاتهم وخبراتهم) وتمويلها والجهات التى تتبعها ومواضع اختصاصاتها ونشاطها وذلك تمهيداً للاستفادة من إمكانياتها فى خطط الإنماء والبحث العلمى ولاستكمال نواقصها وتمهيداً لاستحداث وحدات جديدة فى أماكن وميادين تعين على ضوء الحاجات الاقتصادية والاجتماعية والعلمية ، كما يوصى بأن يكون جمع هذه البيانات والإحصاءات مستمراً ، وأن تعمل إدارات الأمانة العامة للجامعة العربية (الإدارة الثقافية ـ قسم العلوم والتكنولوجيا وغيرها) على جمع هذه البيانات عن الدول العربية وتصنيفها ونشرها .

التوصية التاسعة :

يوصى المؤتمر بأن تعمد كل دولة عربية إلى إنشاء هيئة مركزية على أعلى مستوى تتمتع بالاستقلال الإدارى والمالى وتكون مهمتها وضع السياسة العلمية الوطنية وتوجيه البحث العلمى وتنسيقه وتشجيعه وإعداد الباحثين والعلميين على ضوء خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

ويوصى المؤتمر بأن تنظم البلاد العربية مؤسسات البحث العلمى فيها على ضوء المسح الذى تجريه ، وهى تؤكد ضرورة وضع خطة علمية تستهدف التنسيق بين مختلف مراكز البحث بحيث تستفيد إلى أقصى حد من الإمكانيات العلمية المتوفرة وتوجيهها إلى تناول مواضيع البحث ذات الأهمية بالنسبة لحسن استغلال الموارد الطبيعية والتنمية الاقتصادية والاجتماعية . كما يوصى المؤتمر بأن تتوخى خطة إنشاء وتدعيم مراكز البحث تمكين هذه المراكز من تحقيق دورها فى ميادين البحث الأساسى والتطبيقى والتكنولوجى وفى إعداد المعلمين والباحثين الرئيسيين والمساعدين على السواء . وأن يتم توزيع البحوث على المؤسسات العلمية بحيث تأتى متكاملة فى خدمة المصلحة الإنمائية العامة وبحيث تتجنب التكرار والازدواجية مع التأكيد على أهمية دور الجامعات فى البحث العلمى ، وبحيث يقوم البحث العلمى بدوره كجسر لنقل التكنولوجيا الحديثة إلى البلاد العربية .

التوصية العاشرة :

إن التنسيق بين جهود الدول العربية فى المجال العلمى ضرورة ملحة لتحقيق أهدافها القومية وعبور فجوة التخلف ، خاصة أن المشكلات التى تواجهها هذه الدول فى حقول التنمية الاقتصادية والاجتماعية تتشابه موضوعياً ، مما يحتم عليها أن تتعاون وأن تنسق جهودها لحاقاً بالتقدم العلمى والتكنولوجى المعاصر ، خاصة أن التحديات الراهنة والمقبلة التى تواجه وستواجه الأمة العربية قد وصلت إلى مرحلة بالغة الخطورة ، وأن عناصر التقدم العلمى من موارد بشرية وإمكانيات مادية وطبيعية ليست موزعة بشكل متوازن على رقعة الوطن العربى .

لذلك يؤكد المؤتمر أهمية التعاون العربى فى حقل البحث العلمى، وضرورة التنسيق والتوثيق وتبادل الخبرات والمعرفة ، ويوصى بما يلى :

أولا : أن يبادر المعلمون فى مختلف الحقول أينما وجدوا فى الوطن العربى إلى إنشاء جمعيات علمية عربية تضم الإخصائيين فى الحقول العلمية المترابطة والمتداخلة فى جميع البلدان العربية .

وعلى سبيل المثال تنشأ الجمعيات الآتية :

(ا) جمعية العلوم الرياضية والفيزيائية .
(ب) جمعية العلوم البيولوجية .
(ج) جمعية العلوم الكيميائية والجيولوجية .
(د) جميعة العلوم الهندسية .
(ه) جمعية العلوم الطبية .
(و) جمعية العلوم الزراعية .
(ز) جمعية العلوم الاجتماعية .
(ح) جمعية العلوم الادارية .
(ط) جمعية العلوم الإقتصادية .

على أن تتضمن مهام هذه الجمعيات إصدار دوريات علمية لنشر البحوث على مستوى الوطن العربى وعقد المؤتمرات العلمية الدورية .

ثانياً : أن يقوم اتحاد الجامعات العربية - وهو إطار مناسب للتنسيق العلمى بين الجامعات العربية - بدور أكبر فعالية فى هذا المجال . ويحتاج ذلك إلى :

١ - مزيد من الدعم المادى من الجامعات والحكومات العربية .

٢ - توسيع قاعدة المؤتمر العام لاتحاد الجامعات ليشمل ممثلين لأعضاء هيئة التدريس من غير أعضاء مجالس الجامعات ومن مختلف التخصصات العلمية ، وعلى أن يعقد المؤتمر العام للاتحاد مرة كل عام .

٣ - تنشيط عمل لجان الإتحاد الفنية وإشراك أكبر عدد ممكن من أعضاء هيئة التدريس الراغبين والقادرين على المساهمة فيها .

٤ - عقد مؤتمرات دورية تمثل أقسام التخصص فى كل جامعة لتنسيق شئونها العلمية والتعليمية .

٥ - عقد حلقات دراسية لبحث المشكلات التى تواجه التعليم الجامعى فى الوطن العربى مع الاهتمام بوجة خاص فى المراحل القادمة بالموضوعات الآتية :

(ا) مركزة الأقسام العلمية وخصوصاً البحتة منها نظراً لتداخل فروع العلم المتقاربة ولتجنب بعثرة الإمكانيات .

(ب) التنسيق فيما بين الأقسام التخصصية فى الجامعات المختلفة لتوزيع اهتماماتها فى مجال البحوث والدراسات العليا وتوزيعها بحيث تصبح متكاملة ومتفاعلة .

(ج) إعداد ونشر دليل سنوى لأعضاء هيئة التدريس والعاملين فى الجامعات العربية فى مختلف حقول التدريس .

(د) التنسيق بين الجامعات العربية فى مجال المشاركة العربية فى المؤتمرات العلمية والدولية وتنظيم الاستفادة منها .

(هـ) إعداد دراسة تستهدف وضع معدلات سليمة لتكلفة تعليم وتأهيل الطالب فى مراحل التعليم العام والتعليم الجامعى .

ثالثاً : إنشاء مجلس علمى عربى يضم البلاد العربية وتكون من بين مهامه الأمور التالية :

١ — إنشاء وإدارة مراكز البحوث الإقليمية .

٢ — إنشاء وإدارة مراكز الخدمات العلمية الإقليمية .

٣ — إنشاء وإدارة مراكز إقليمية لتدريب الفنيين العلميين .

٤ — إنشاء وإدارة مركز للتوثيق العلمى .

٥ — إنشاء مركز يتابع تطور الحركة العلمية لدى العدو واستعمال العلم فى جميع مجالات حياته .

٦ — دعم البحث العلمى عن طريق تقديم المنح للباحثين حيثما كانوا فى الوطن العربى .

٧ — تبسيط العلوم ونشر الثقافة العلمية باللغة العربية لمختلف فئات الشعب .

ويرى المؤتمر أن يستفيد هذا المجلس ما أمكن مما هو متوفر من مؤسسات عملية تقوم الآن فى البلدان العربية وذلك إما بتقويتها أو بالحاق أقسام للخدمات والبحث فيها .

ويرى المؤتمر كمدخل لتحقيق ذلك أن تبادر الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (قسم العلوم والتكنولوجيا) إلى دعوة عدد من العلماء الأكفاء فى الوطن العربى لوضع مشروع نظام هذا المجلس وعرضه على مجلس الجامعة فى أول اجتماع مقبل له .

التوصية الحادية عشرة :

ينوه المؤتمر بأهمية التعاون العربى فى مجال البحوث العلمية والمراكز الاقليمية المشتركة (من أمثال مركز النظائر المشعة والمركز الإقليمى العربى لدراسات المناطق الجافة والأراضى القاحلة ومراكز البحوث التى أقرها مركز التنمية الصناعية التابع للجامعة العربية) ، وبالنشاط الذى تقوم به على نطاق الوطن العربى وينوه بأهمية « المجلس العربى المشترك للطاقة الذرية » الذى قرر إنشاءه مؤتمر القمة الثانى .

ويوصى بأن يكون إنشاء مراكز البحوث الإقليمية مرتبطاً بموضوعات علمية تهم الوطن العربى والتنمية الاقتصادية فيه .

التوصية الثانية عشرة :

نظراً لأن نتائج البحوث العلمية أصبحت تنشر فى العالم فى ملايين من التقارير العلمية بعشرات اللغات ، فقد أصبح التوثيق العلمى من أهم الأمور التى يجب أن تعنى بها مؤسسات البحث العلمى ، ويعتمد التوثيق العلمى الكامل اليوم على أجهزة حديثة بالغة النفقة لذلك يوصى المؤتمر بأن تتعاون البلاد العربية على إنشاء مركز للتوثيق العلمى يستخدم الوسائل والأجهزة الحديثة ويكون فى خدمة البحث العلمى على الصعيد العربى كله .

التوصية الثالثة عشرة :

يوصى المؤتمر بإنشاء وتنظيم جهاز براءات الاختراع فى كل دولة عربية ، على أن يكون الجهاز أداة استقبال أسرار التكنولوجيا المرفقة بطلبات براءات الاختراع ، وأداة إرسال تلك الوثائق إلى مراكز البحث العلمى والجامعات والمصانع ، وأداة متابعة تعميم تطبيق أحدث الاختراعات فى الصناعات الرئيسية . على أن تتبع إدارة براءات الاختراع الجهاز العلمى المركزى فى الدولة ، وأن

يتمتع الجهاز بكيان ذاتى . ويتعين أن يتضمن جهاز براءات الاختراع فضلا عن الإدارة التقليدية التى تختص بالاجراءات والتسجيل ، إدارة تكنولوجية واقتصادية ، وإدارة وثائق وأعلام ، وإدارة أبحاث قانونية وعلاقات دولية .

ويوصى المؤتمر البلاد العربية بالعمل على إعداد فئة من العلميين والقانونيين والاقتصاديين وإخصائى الوثائق والمكتبات تتخصص علماً وعملا فى براءات الاختراع والملكية الصناعية .

التوصية الرابعة عشرة :

يوصى المؤتمر بالتعاون بين الدول العربية فى مجال الملكية الصناعية بتكوين مركز للملكية الصناعية ووثائق براءات الاختراع . ويختص المركز بالعمل على تنسيق تشريعات الملكية الصناعية فى الدول العربية وتوجيه حركة التشريع لتحقيق مصالح الدول العربية وحماية حقوق المخترعين العرب كما يختص بالقيام بالأبحاث الخاصة بالاتفاقيات الدولية فى الملكية الصناعية وأعمال وثائق براءات الاختراع ونشر هذه الوثائق .

التوصية الخامسة عشرة :

يوصى المؤتمر بأن تخصص كل دولة عربية للبحث العلمى ما لا يقل عن الواحد بالمائة من الدخل القومى العام على أن ترتفع هذه النسبة إلى اثنين بالمائة فى ظرف ثلاثة أعوام ، ويكون توزيع اعتمادات هذه المخصصات مرتبطاً بخطة البحث العلمى التى تنبثق من خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

التوصية السادسة عشرة :

لما كان الإعداد العلمى يحتاج إلى وحدة فكر وعمل بين جميع الأجهزة المسئولة عنه ، ولما كان هذا الإعداد يتم ضمن إطار اجتماعى يوجهه نحو غاياته المرجوة ، ولما كان للعلم دور رئيسى فى مواجهة متطلبات المعركة المستمرة مع الامبريالية وقاعدتها الصهيونية وهو دور لن يتحقق إلا باتخاذ التدابير اللازمة على المستوى الوطنى وعلى المستوى القومى فإن المؤتمر يوصى بما يلى :

١ — ضرورة وضع سياسة عامة للاعداد العلمى تنبثق من واقع الوطن العربى وتكون على مستوى التحديات التى تواجهه عسكرياً واقتصادياً وحضارياً ، وتحقق متطلباته واحتياجاته فى ضوء خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والتعبئة العسكرية .

٢ — الإسراع بإجراء الدراسات الخاصة بالعدو وطاقاته وإمكانياته وسياساته العلمية ، والطرق التى يتبعها فى المجالات السياسية ، والاقتصادية ، والعسكرية ، والعلمية والتكنولوجية ، وإجراء دراسات عن طاقاتنا العربية التى يجب حشدها من أجل المواجهة الحالية والمستقبلة مع العدو . وفى هذا المجال أيضاً يشير المؤتمر إلى أهمية الاستعانة بملحقين علميين يتم تعيينهم فى الدول المختلفة لجمع المعلومات العلمية .

٣ — تنظيم برامج ثقافية عامة ومناهج دراسية فى التعليم العام والجامعى تتناول عدونا ، وطاقاته وطرق مواجهته والتعريف كذلك بالإنجازات العربية .

٤ — الاهتمام بالدراسات ، التى تهدف إلى رفع مستوى العلوم ذات التطبيقات العسكرية فى الجامعات ، والمعاهد الفنية العالية .

٥ — إنشاء معاهد تكنولوجية متخصصة أو إضافة فروع للمعاهد القائمة تختص بالدراسات والبحوث ذات الصلة بالعمل العسكرى وفى هذا المجال ، يوصى المؤتمر الدول العربية التى توجد بها نواة لمثل هذه المعاهد أن تضعها فى خدمة العمل العربى الشامل بغرض تنميتها لتحقق أهداف نضالنا القومى .

٦ — الاهتمام بايجاد جهاز من العلماء المتخصصين ضمن القيادة العسكرية لكل دوله عربيه ، فى إطار الدفاع المشترك . ويكون هذا الجهاز مسئولا عن تقديم معو ناته ، بشأن وضع العلم وأجهزته وبحوثه فى خدمه العمل العسكرى .

٧ — تعبئه جميع الطاقات العلميه العربيه الموجودة فى الوطن العربى وخارجه لتوجيهها نحو خدمه متطلبات المعركة الحاليه . وفى هذا المجال يشير المؤتمر بصفة خاصة إلى توجيه قدرات البحث العلمى لإنتاج أسلحة مناسبة بموارد متاحة داخل الوطن العربي ، هذا إلى جانب تدريب أبناء الأمة العربية على المهارات العربية والإدارية المناسبة .

٨ — يناشد المؤتمر أجهزة الإعلام فى الوطن العربي إعطاء مزيد من الاهتمام لنشر الوعى العسكرى العلمى حتى يكون جميع أفراد الأمة العربيــة على مستوى متلطبات المعركة سواء بالنسبة للعمل العسكرى المباشر أو بالنسبة لوسائل الدفاع المدني .

EDITING COMMITTEE

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106

ADVERTISEMENTS

Sole agents for advertisements appearing in this periodical :

Moassasset Misr for Printing and Publication,
19, Str., Souk El Tawfikieh, Cairo.
Tel. 72192

// JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

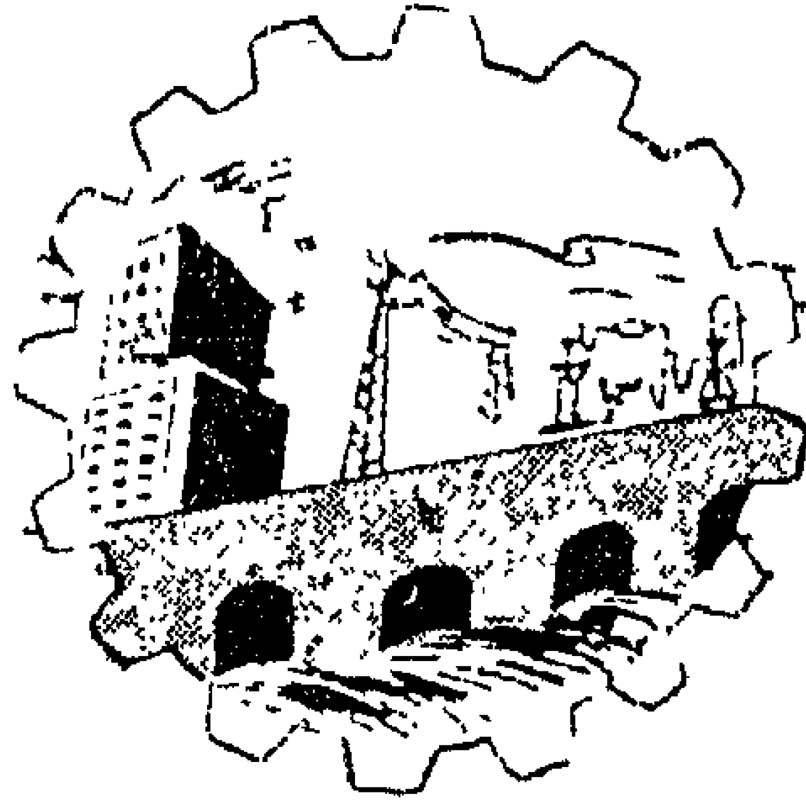
ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

Vol. IX — No. 2 April-May-June 1970.

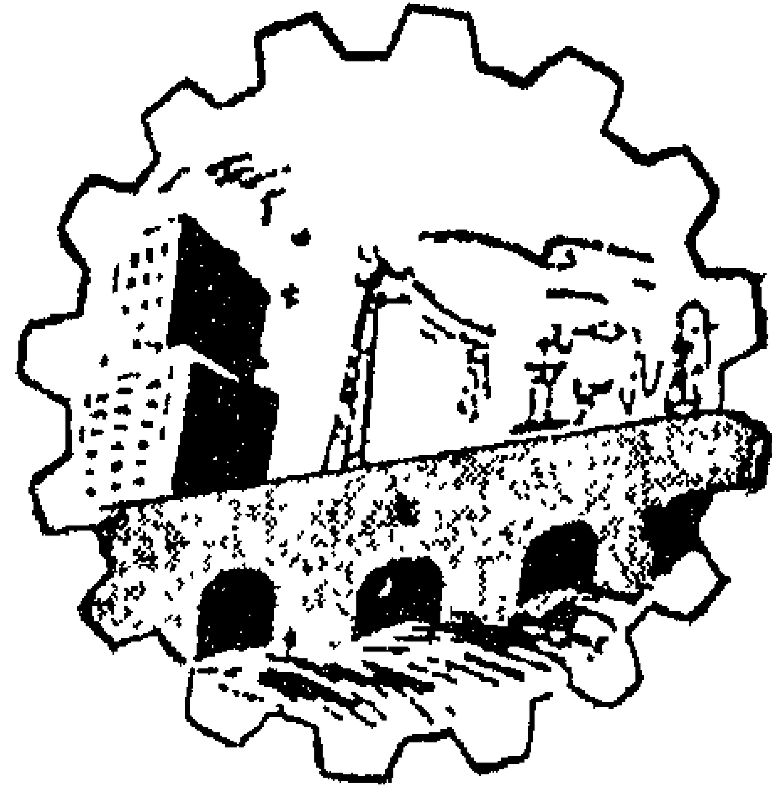
CONTENTS

"Mondiale" Press — Cairo



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U. A. R.

April-May-June 1970
Vol. IX
No. 2



مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العدد الثالث — المجلد التاسع — يوليو – أغسطس – سبتمبر ١٩٧٠

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٢٩٨/١٩٧٠

المطبعة العالمية ١٦ و١٧ ش ضريح سعد بالقاهرة

مجلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور

جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة التاسعة — العدد الثالث — يوليو — أغسطس — سبتمبر ١٩٧٠

محتويات هذا العدد

القسم العربي

صفحة

القسم الأفرنجي

بيانات

مقر المجلة

جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة

تليفون : ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم
- الإشتراك السنوى لغير الأعضاء : ٦٠ ق للمهندس و ١٠٠ ق للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين
- المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية وأى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر بها وتعبر عن رأى كاتبها فقط .

لجنة التحرير

تأثير القنابل والصواريخ على المنشآت

تصميم الأعمال الوقائية

بقلم

للمهندس عز الدين فرج

الفصل الأول

علم الأعمال الوقائية

القنبلة كسلاح من أسلحة الفتك والدمار كانت ولا تزال سلاحاً رهيباً متطوراً نوعاً ووزناً من قنبلة تقليدية لمختلف الأغراض التدميرية إلى القنبلة الذرية والهيدروجينية .

وكان لابد للعلم الهندسى أن يدبر وسائل للوقاية تعتمد على البحث والتجربة والرياضة . ومن ثم أدخل الباحثون علماً هندسياً جديداً إسمه (تصميم المنشئات الواقية) ولهذا العلم فرع خاص من الهندسة خضع للدراسات فى مختلف الدول ومر كغيره من العلوم بالعديد من البحوث من قبل الحرب العالمية الثانية وما بعدها حتى اليوم واشترك فيه أساتذة على أعلى درجات التخصص والذى أعجب له ولا زات : لماذا لايدرس هذا العلم فى جامعاتنا ولو فى فروع الدراسات الخاصة ؟

وعلى ضوء هذه المقدمة وماسنراه فى هذا البحث نرجو ألا يكون الإفتاء فى موضوعات الوقاية حيثما اتفق فتحدد أسماء وتبتكر آراء فى مضمار هو وليد البحث العلمى والنظرى والتجريبى . فإن مجرد الافتاء الخاطىء يشكل خطراً كبيراً لأنه يشكل شعوراً باطمئنان كاذب يستنفد للاعداد له جهد ويصرف عليه مال وتستهلك من أجله مواد ثم لا يحقق بعد هذا غاية ولا أملا .

وما دمنا بصدد عرض لما مر به هذا العلم من دراسات كمقدمة لموضوعنا فنختار على سبيل المثال مرحلة البحث الأمريكى فى هذا المجال كسطور للعرض التاريخى حتى نؤمن جميعاً بأن الموضوع الوقائى ليس مجرد الاحتياطات الخاصة باطفاء الأنوار وصفارات الإنذار فهذه وغيرها وسائل أمن وإنذار ، أما الوقاية فهى علم هندسى وبحث خاص كما أسلفنا .

ويمكن تعريف علم تصميم المنشئات الواقية بأنه العلم الذى يستهدف الوقاية ضد هجمات العدو بتصميم إنشاءات خاصة ويشمل بجانب الناحية التصميمية لدراسة المنشئات تحت تأثير أسلحة الهجوم على الانتشار والإنشاءات تحت الأرض وكذلك على الانشاءات والأعمال اللازمة للوقاية من الكيمائيات والأسلحة الكيمائية والبكتريولوجية والأسلحة التى تسبب الاشعاعات وأخطارها .

مرحلة الدراسات قبل وأثناء الحرب العالمية الثانية :

نتيجة لتطور الأسلحة فى هذه الفترة كان لابد من إيجاد خطوط علمية لدراسة الأعمال الوقائية وإنشاءاتها . ومن هنا

ونحن نتحدث عن خطوات المدرسة الأمريكية على سبيل المثال :

قام الإخصائيون فى السلاح الجوى وسلاح المهمات وسلاح الكيمياء فى مدينة (ابردين) وكذلك المعاهد العسكرية فى ميرلاند — فورت ستورى — فيرجينيا وهذه المجموعة فى كليفورنيا — وكذلك مجموعات أخرى من المعاهد والجامعات، كلها اشتركت فى بحوث جماعية خاصة بالموضوعات التالية :

١ — تجارب عن تأثير القنابل — المنشآت الواقية من الشظايا — المخابىء الواقية من ضرب القنابل — المرافق ومدى تأثرها من الضرب والوقاية اللازمة لها .

٢ — تجارب لبحث نتائج الاختراق والانفجار داخل بلاطات الخرسانة المسلحة .

٣ — تأثير الموجات الضاغطة الناشئة من إنفجار القنابل .

٤ — تأثر الشظايا وتمزق الهواء الناشئين من انفجار القنبلة على أجزاء المبانى المختلفة .

٥ — تجارب على الزيوت والكيروسين عند إعدادها للتدمير .

٦ — تجارب على المنازل المختلفة المصنوعة من هياكل إما خرسانية أو معدنية .

٧ — تجارب على مواد بديلة للزجاج .

٨ — تجارب على الانفجارات تحت الأرض .

وقام سلاح المهندسين الأمريكى الذى شارك فى هذه البحوث بنشرها جميعا خلال الحرب العالمية الثانية .

وفى يوليو سنة ١٩٤٠ شكلت لجنة للوقاية من القنابل تحت إشراف أكاديمية العلوم لمساعدة سلاح المهندسين فى دراسة تأثير القنابل وفى تطوير تصميم المنشآت لمقاومة تأثير ضرب القنابل عليها . وهذه اللجنة أصبحت فيما بعد عام ١٩٤٣ لجنة تصميم الدفاعات وظلت تعمل تحت إشراف سلاح المهندسين فى تصميم الدفاعات حتى أكتوبر عام ١٩٤٤ . وأنشىء لدراستها معملا خاصاً فى جامعة برنستون حيث أمكن تجهيز نماذج وإعداد أبحاث المقذوفات بها وأسفرت هذه الأبحاث عن الأسس والمفاهيم الخاصة بعملية اختراق القنابل للمنشئات وانفجاراتها بعد الاختراق . وبمرور الوقت امتصت هذه اللجنة — لجنة أبحاث الدفاع المدنى — حيث تداخلت اللجنتان فى واحدة .

وخلال هذه الفترة أمكن الحصول على تجارب عملية فعلية من واقع الميادين خاصة تلك التى وصلت من انجلترا عن طريق الملحق العسكرى بلندن وكذلك عن طريق المخابرات الأمريكية . ثم أعقب الاطلاع على هذه البيانات زيارات لانجلترا لدراسة تأثير القنابل على الطبيعة ومقارنة الواقع بالدراسات الأكاديمية .

ويهمنى هنا أن أبرز أن البريطانيين قد اهتموا خلال الحرب بتسجيل تأثير القنابل على كافة أنواع المنشئات المعدنية والخرسانية وغيرها من منازل ومصانع وكبارى ، وسجلوا فى جداول دقيقة وبرسومات توضيحية وبصور فوتوغرافية كل الظواهر من الناحية العلمية بدقة تدعو للاطمئنان .

وبالإضافة إلى هذا كله استمر سلاح المهندسين فى تعميق هذه الدراسات وما يلزم لها من مواد تكميلية كالإخفاء ، ووقاية القواعد العسكرية ، والمنشئات الصناعية ومحطات القوى ، ومساكن الحكومة ، ووسائل الإطفاء . وصرفت لهذه الأبحاث مبالغ وصلت إلى ٤٠ مليون دولار .

مرحلة الدراسات بعد الحرب العالمية الثانية :

وبعد الحرب العالمية الثانية اتسعت مجالات البحث الذى لايزال مستمراً حتى اليوم ، وكانت مجالات النشاط بعد الحرب فى البحوث التالية :

١ — تجارب عن القنابل الذرية .

٢ — تجارب عن الانفجارات تحت الأرض .

٣ — عمليات اختراق القنابل للأجسام .

٤ — عمل دراسات على نماذج مصغرة لتوضيح كافة الظواهر المطلوب دراستها .

٥ — أبحاث عن القوى الديناميكية الناشئة من انفجار القنابل وتأثيرها على المنشئات .

٦ — تأثير الانفجار وتمزق الهواء .

٧ — دراسة للمنشئات تحت الأرض .

٨ — دراسات عن تأثير الكيمائيات والبيولوجيات والراديولوجيات .

٩ مجالات نشاط ودراسات أخرى تكميلية .

ومن المناسب أن نشير باختصار إلى مضمون كل من هذه البحوث :

١ — عن القنابل الذرية :

كان لتأثير القنبلة الذرية التي ألقيت في نهاية الحرب العالمية الثانية وتأثير الضغط الناشيء منها خواص جديدة دخلت في القضية بتعقيدات جديدة تطلبت تطويراً في مفهوم المنشئات الواقية وتصميمها .

ولهذا أجريت تجارب في بيكيني وأينوتوك عام ١٩٤٦ وكونت لهذا الغرض وحدات جديدة في سلاح المهندسين وهذه الوحدات سميت وحدات اختبار المنشئات . وقامت عام ١٩٤٨ بانشاء أربعة منشآت خرسانية من المخابيء المضادة لتأثير القنابل موزعة على مسافات مختلفة من نقطة الصفر أى من مركز القاء القنابل ووضع في اثنين من هذه المخابيء وسائل التهوية التي أعدها السلاح الكيمائي بالجيش الأمريكي .

وبعد أن فجرت قنبلة ذرية وتعرضت المنشئات لتأثيرها تم فحص هذه المخابيء الأربعة لمعرفة ما أصابها من إزاحة من مكانها وما طرأ عليها من تشويه والتواءات وما أصابها من خسائر وما أصاب الأبواب الواقية من تأثير الهبوب والضغط والتمزق الناشيء للهواء من الانفجار وما أصاب أجهزة التهوية ومدى فاعليتها .

وعلاوة على ذلك أنشيء جسر ترابي متماسك لمعرفة تأثيره على تقليل الضغط لما هو منشأ خلفه ، واستطاع سلاح المهندسين على ضوء هذه الأبحاث أن يخرج بالعديد من النتائج وأن يستمر في متابعة الدراسة على ضوء التجارب العملية التي أجريت في انيوتوك عام ١٩٥١ ولاستمرار البحث أنشيء مبنى من عدة أدوار مكوناً من مواد مختلفة من الخرسانة والطوب بفتحات وبغير فتحات .

كما أنشيء مبنى آخر نصفه تحت الأرض والنصف الآخر فوقها ، وبالتعاون مع السلاح الكيمائي استخدم سلاح المهندسين أجهزة التهوية وترشيح الهواء من المواد المشعة في هذه المنشئات .

وبهذا خرجت النظـريات التصميمية التي تحقق الوقاية .

٢ — الانفجارات تحت الأرض :

وكانت الأبحاث الخاصة بايجاد الوقاية من الانفجارات بالإنشاءات تحت الأرض قد تمت بنجاح خلال الحرب العالمية الثانية . وكان لا بد من معرفة ما إذا كانت هذه المنشئات فعالة أيضاً ضد القنابل الذرية وضد جميع أنواع الأسلحة الأخرى .

وكانت التجارب التي تمت لمعرفة مدى وقاية المنشئات الموجودة تحت الأرض قد تمت بتفجير عبوات من الـ (ت . ن . ت) زنة ١٠٠٠ رطل ومن ثم لم تكن كافية لمعرفة تأثيرات القنابل الأكبر عياراً . ومن ثم عملت مجموعة أخرى من الأبحاث :

— لمعرفة سمك الصخر الواقي من مختلف القنابل حتى لا يصل تأثيرها للمناجم أو الانفاق التي تعمل داخل الصخر .

لمعرفة أسس التصميم التي تحقق الوقاية للمنشئات الموجودة تحت الأرض لمقاومة تحرك التربة نتيجة انفجار القنابل بها .

— لمعرفة تأثير إنفجار القنابل التي تنفجر بعد اختراقها التربة ومدى تأثير هذا الإنفجار على المنشئات القامة على سطح الأرض بعيداً عن الانفجار .

وتمت التجارب بعمل تفجيرات بعبوات وصل وزنها إلى ٣٢٠ الف رطل وهو ما يعادل ١/٥ قنبلة ذرية (من التي زنتها ٢٠ كيلو طن) وبالتالي يمكن أيضاً معرفة تأثير القنبلة الذرية الكاملة .

٣ — اختراق القنابل :

خلال الحرب العالمية الثانية أمكن استنباط كافة القوانين والمعادلات الرياضية التى تحدد اختراق القنبلة للمواد المختلفة وفى عام ١٩٤٦ أرسلت لجنة من سلاح المهندسين إلى أوربا لمشاهدة تأثير القنبلة الخارقة للخرسانة التى استخدمت ضد قواعد الغواصات فى ألمانيا .

كما أجريت تجارب مشتركة لدراسة موضوع الاختراق بمعرفة الأمريكان والانجليز باستخدام قنابل حتى ٢٥ الف رطل نصف مدرعة رجرت على بلاطات من الخرسانة سمك ١٤ — ٢٣ قدم وذلك لاختبار المعادلات الرياضية التى أمكن التوصل إليها والتأكد من سلامة نتائجها .

كذلك لاختبار المعادلات الخاصة باختراق المواد غير الخرسانية كأنواع التربة المختلفة عملت تجارب باسقاط قنابل ١٦٠٠ رطل مدرعة ، ٢٠٠٠ رطل نصف مدرعة و ٢٠٠٠ رطل خدمة عمومية و ٢٥ ألف رطل نصف مدرعة من ارتفاعات ما بين ١٠ آلاف و ٣٠ الف قدم على تربات مختلفة .

٤ — النماذج :

وعملت مجموعات من النماذج لعمل إنفجارات تحت الأرض للخروج منها بنتائج تساعد على التصميم . وتمت تجارب النماذج تحت إشراف كبير المهندسين بمدرسة المناجم الأمريكية .

وكانت هذه النماذج تتم بكل دقة وعناية وعلى سبيل المثال عمل نموذج لنفق فى قطاعات متعددة فى مختلف الصخور ثم عملت عليه تجارب الانفجارات بمفرقعات بنفس النسب ثم قورنت هذه التجارب بما أجراه معهد كولورادو للمناجم .

٥ — القوى الديناميكية

لا شك أن الانفجارات تولد قوى ديناميكية تؤثر على طريقة التصميم . من هنا وخاصة بعد انفجار القنبلة الذرية كان لا بد من التعمق فى دراسة القوى الميكانيكية الناشئة من الانفجار وتأثيرها .

لهذا عمل بحث فى معهد التكنولوجيا فى جامعة ماساشوستس عام ١٩٥٧ تحت إشراف سلاح المهندسين . وشمل هذا البحث الدراسة النظرية والمعملية لتأثيرات القوى الديناميكية التى يستمر تأثيرها مدة طويلة من الزمن . وتطلبت التجارب المعملية تصميم آلات توجه الضربات الديناميكية إلى الخرسانة المسلحة سواء كانت كمرات أو بلاطات أو كمرات على شكل صندوق أو هياكل أو عقود .. الخ وكان الغرض من هذه التجارب دراسة عاملين :

الأول — مدى تأثير مكونات المنشأ بالقوى التى تعرض لها .

الثانى — دراسة مقاومة المواد تحت تأثير المعدلات السريعة من القوى التى تتعرض لها مادة المنشأ .

وكان الاهتمام بابراز التغيرات التى تطرأ على مكونات المنشأ وأجزائه وكذلك على مدى تحمل هذه المكونات عندما تتعرض للجهود فى فترة المرونة Plastic Range أى قبل وصولها إلى Elastic Limit

٦ — تمزق الهواء :

عملت دراسات فى جامعة ماسوشوستس للتكنولوجيا لدراسة تأثير ضغط الانفجار والرياح ذات السرعات العالية على الكبارى والجمالونات . وكانت الأبحاث تتركز فى دراسة حالات الانهيار للجمالونات ودرجات الانهيار وسرعات الرياح التى تسبب الانهيار .

٧ — المنشآت تحت الأرض :

على ضوء الدراسات التى تمت فى هذا الصدد فى الحرب العالمية الثانية وعلى ضوء الإنفجار الذى حدث من تفجير القنابل الذرية كان لابد من تعميق الدراسة لمعرفة أنسب وسائل تصميم المنشآت الواقية تحت الأرض . وتطلب البحث دراسة وإحصاء جميع المناجم الموجودة فى الولايات المتحدة عام ١٩٤٦ — ومن الدراسات أمكن معرفة أنسب المنشآت تحت الأرض وأصلحها لوقاية المهمات العسكرية الثمينة وما تتطلبه هذه المنشآت من تطوير وسائل ومعدات الحفر

الميكانيكية ووسائل التغلب على مشاكل الحفر المتعددة التي برزت على ضوء الدراسة . وكذلك مشاكل الإضاءة والتهوية والرطوبة والحرارة التي تتواجد في هذه المنشآت .

٨ — الدراسة الكيماوية — البيولوجية — الراديولوجية :

وهذه الأسلحة زادت من أعباء البحث عن الوقاية ومن هنا كان يعاون سلاح المهندسين مع السلاح الكيمائي في استخدام المرشحات والأجهزة التي تضاف المنشآت وتجهز بها . كما كاف سلاح المهندسين ببحث تأثير هذه الأسلحة الثلاثة على مواد الإنشاء ، وكذلك البحث عن دهانات واقية ضدها وأخيراً البحث عن وسائل التطهير منها . وكان الاهتمام الأكبر في البحث مركزاً حول الدهانات الواقية وفي هذا تعاون سلاح المهندسين مع سلاح الكيمياء . كذلك كان الإهتمام بأبحاث التأثيرات الراديولوجية وآثار الإشعاعات محل دراسة مركزة في معامل البحث الراديولوجي في البحرية الأمريكية بالتعاون مع سلاح المهندسين .

وكانت كل هذه الدراسات تشتمل على ما يأتي :

(ا) تقييم نوعيات التفجير النووي وتأثيراته على المنشآت والمواد والمعدات وأنواع التربة المختلفة .

(ب) دراسة التلوث ووسائل التطهير منه لمختلف المواد والمعدات والإنشاءات .

(ج) تحديد وسائل المقاومة لمواقف ذرية معينة .

٩ — دراسات أخرى :

على ضوء هذه المعلومات وبالتعاون مع الدفاع المدني وضعت تعليمات وكتيبات للوقاية ولأساليب الدفاع المدني . ومن هنا يتضح لنا ما سبق أن ذكرناه من أن تعليمات الدفاع المدني ووسائله مبنية على دراسات سابقة وعميقة ولا تقتصر على مجرد تصريحات أو آراء لا تتسم بالتطور مع تطور الأسلحة ومستلزماتها .

ومن هنا أنشأ سلاح المهندسين وحدات هندسية كاملة وفروعاً دراسية كاملة لدراسة تصميمات الأعمال الوقائية وحشد لهذه الدراسات بعض العلماء الاستشاريين ومنهم :

— دكتور (روبرت هانسون) قسم التكنولوجيا بجامعة ماساشوستس .

— بروفسور (كلفتون) معهد المناجم بكالورادو .

— بروفسور (ناتان) جامعة الينوى .

- بروفسور (شارل نوريس) قسم التكنولوجيا بجامعة ماساشوستس .

— بروفسور (ولبر) قسم التكنولوجيا بجامعة ماساشوستس .

دكتور (لامبسون) قسم أبحاث التربة بابريدين .

— دكتور (أوبرت) أستاذ الطبيعة في معهد أبحاث المناجم .

وفي الدول الأخرى :

وفي نفس الوقت تسابقت الدول الأخرى في دراسة تصميمات الأعمال الوقائية والتقت نظرياتها ونتائجها وربما اختلفت المعادلات الرياضية لكن النتائج كلها متقاربة وعلى سبيل الأمثلة الدراسات السويسرية والدراسات الروسية التي استفاضت في بحث هذا الموضوع استفاضة شائقة وألمت بوسائل التصميم الخاصة بدراسة المنشئات الصغيرة ذات العرض (البحر) الضيق والأخرى ذات البحر العريض . ودراسة تصميم المنشئات تحت الماء لوقايتها من القنابل التي تتساقط عليها من الطائرات أو من دانات مدافع الاسطول . والمعادن وصلابتها ومدى تأثير الضرب عليها مما يفيد في دراسة الكباري المعدنية . وهكذا مما لا تتسع له المقدمة على أنه يمكننا أن نخلص بحقيقة هامة .. على جامعاتنا بالتعاون مع المعاهد الهندسية العسكرية دراسة هذا العلم بعمق ووعى فليست تصميمات اليوم قاصرة فقط على حياة السلام والعوامل التي تتحكم في التصميم وقت السلم تختلف عن تلك التي تحتمها حالة الحرب .

الوقاية السلبية :

تعرف الوقاية السلبية بأنها من نوع الدفاع الذى وضع تصميمه لتعطيل هجوم العدو براً وبحراً وجواً وذلك بتصميم أعمال استراتيجية عملية دون الحاجة إلى عمليات هجومية منظمة وتشمل الوقاية السلبية عدة وسائل منها وسائل الإنذار من الغارات — وسائل التحكم فى شبكة المواصلات اللاسلكية . أعمال الإخفاء والتمويه — وسائل الوقاية — إنشاء الأعمال الوقائية — عمل المخابىء اللازمة للأفراد سواء كانت مانعة للاصابة من الغازات أم غير مانعة لها — الانتشار لكافة المرافق والمنشآت

والغرض من هذه الدراسة أن تكون مرشداً للمهندس الذى يدخل فى اختصاصاته ومسئولياته مشكلة إنشاء الأعمال الوقائية ومشكلة وقاية المنشآت الصناعية من الهجمات الجوية .

وتعطى المعلومات الواردة خبرة فى تصميم الأعمال الوقائية كما تعطيه الأسس التى يستطيع بها المهندس تقدير طاقة الغارات الجوية ومدى تأثيرها على منشآت معينة وكيفية عمل الوقاية اللازمة لتقليل الخسائر فى أقل نطاق ممكن . كما تؤدى أيضاً غرضاً ثانوياً هاماً إذ يمكننا بالمعلومات الواردة فيها التنبؤ بقيمة الخسائر التى تسببها القنابل على منشئات العدو — وتقدير قيمتها على وجه التقريب .

المحتويات :

(أ) والمعلومات الواردة هنا تؤهل المهندس لعمل التقديرات اللازمة والأسس الإنشائية التى باتباعها يمكن تقليل آثار الضرب على المنشآت وبها المعلومات الكافية عن الأسلحة الهجومية وخواصها وتأثيرها ، كذلك المعلومات الكافية من مدى مقاومة المواد المختلفة . ورغم أن عمل المنشآت التى تقاوم القنابل مقاومة تامة لا تعد من ضمن الأعمال الوقائية السلبية . إلا أن هذه المعلومات تشتمل أيضاً على أبحاث فى مدى قوة القنابل المختلفة على اختراق المنشآت وطريقة حساب الأسماك التى تقاوم هذه القوة

(ب) والمعلومات الخاصة بالإخفاء والتمويه هنا تبحث من ناحية الوقاية السلبية فقط وبعبارة أخرى تكتفى هذه المعلومات من أسس الإخفاء بما يكفى لتحقيق هذه الوقاية السلبية .

(ج) والأسس التصميمية الواردة هنا تكفى لتقليل الخسائر فى المنشئات والأرواح سواء فى المنشئات المدنية أو العسكرية وقت الحرب .

وهذه المعلومات بنيت على التقارير والمعلومات الفنية والخبرة فى عمل مختلف المنشئات الواقية كما بنيت على الدراسات الواسعة التى تناولتها الأبحاث المختلفة .

الأسس التصميمية الوقائية :

إن أسس تصميم الأعمال الوقائية السلبية يجب أن تحقق أولا مبدأ الوقاية وتقليل خسائر الغارات الجوية على المنشئات الحيوية إذ لا يمكن أبداً إهمال تأثير هذه الغارات مهما كانت وسائل الدفاع الإيجابى كافية .. ولا يدخل فى باب العمل الوقائى السلبى أية وسيلة من وسائل تحطيم المهاجم ولو أن عمل المنشئات على الأسس الواردة وما يتبع نحوها من إخفاء وانتشار يحقق هذه الغاية بطريق غير مباشر .

وقاية الأفراد :

والأسس المتبعة هنا لوقاية الأفراد تكفى لإعطاء الفرد وقاية معقولة كما تمنحه الثقة اللازمة لمعنوياته . ويدخل فى اعتبارنا أيضاً كافة الأفراد الذين يساهمون فى التصنيع الخاص بالأغراض المختلفة — إذ يجب توفير وسائل الوقاية لهم فى أماكن قريبة من المصانع التى يعملون بها أثناء فترات الإنتاج .

كما يدخل أيضا فى الاعتبار وقاية الأفراد الآخرين الذين يساهمون بمختلف أنواع النشاط الإنتاجى وذلك بعمل اللازم لهم فى مناطق عملهم .

ومن الأفراد الذين يتحتم عمل وقاية لهم هؤلاء الذين يعملون فى مراكز المواصلات الخطية ، ومحطات القوى المختلفة وغيرهم من المكلفين بالخدمات الحيوية الضرورية حتى لا يتسبب تدخل العدو فى تعطيل أعمالهم ، وبالتالى فى شل هذه المراكز الحيوية ، وكذلك هؤلاء الأفراد الذين يشتركون فى عمليات الدفاع الإيجابى كما يجب أن يحقق لهم عامل الوقاية بما لا يتعارض مع استخدامهم للأسلحة وإن كانت هذه الأعمال الوقائية اللازمة لهم كثيراً ما تكون أعمالا مؤقتة تطابق خطة أعمال الدفاع الميدانية الموضوعة .

وقاية المحطات الميكانيكية والمعدات :

أصبحت الحرب الحديثة اليوم تعتمد على المواد والمعدات التى تنتجها مختلف المصانع فى دولة من الدول ، وبعبارة أخرى تعتمد على النظام الداخلى للدولة . ومن ثم فقد أصبحت وقاية هذه الصناعات ضرورة استراتيجية حتى لا يعطلها تدخل العدو الذى نجح فى تعطيل المصانع ووسائل نقلها ، ووسائل الاتصال بينها وتسبب تعطيلا هائلا فى وصول المواد والإمدادات مما يعجل بالهزيمة فى أقرب وقت مستطاع .

ولمنع تعطيل وصول الإمدادات أو تعطيل الإنتاج لمختلف الصناعات نتيجة للغارات الجوية . . يجب وقاية الآلات والمعدات اللازمة لهذه الصناعات ، كما يجب العمل على نشر هذه المنشئات وإخفائها ومن ثم فمتى حدثت الخسائر يستمر الإنتاج من المصانع الإحتياطية دون توقف فى الوقت الذى يجرى فيه إصلاح المصانع الأصلية .

وقاية وسائل المواصلات :

إن وقاية وسائل المواصلات المختلفة من سكك حديدية ، وعربات وسفن أمر حيوى لما تؤديه من خدمات نحو الصناعات المختلفة ، فهى التى تنقل المواد الخام إلى المصانع وهى التى تعود بالمنتجات إلى مخازن الإمدادات العسكرية ، على أن وسائل حماية هذه المواصلات محدودة جداً ، وتكاد تكون قاصرة على عمل خطوط تبادلية من الطرق وطرق السكك الحديدية ووسائل تبادلية لخطوط الاتصال ولعمليات الصيانة . . . فهذه كلها ولا شك تقلل من التأخير الذى تسببه القنابل الضاربة .

وقاية المرافق المختلفة

تتعرض هذه المرافق الضرورية باستمرار للغارات ومن ثم فمن الضرورى عمل وقاية لها حتى يمكن أن يستمر الإنتاج فى المصانع . وكأمثلة على هذا ضرورة وقاية وسائل الإمداد بالمياه ومكافحة الحريق التى تؤدى واجباً حيوياً خلال الغارات ، وما تسببه من حرائق .

ومن الوسائل الفعالة للوقاية عمليات الإمداد بالمياه وعمل خطوط مزدوجة بخزانات ومحولات ومفاتيح منفصلة ، وكذلك الإكثار من المحابس على خطوط المياه حتى يمكن عزلها متى انكسرت .

ويمكن لصيانة وسائل توزيع القوى ، أو خطوط المواصلات عمل الوسائل المنحنية فى مدها مع تجهيز مراكز احتياطية لتشغيلها .

مطالب الوقاية السلبية

أهمية المنشآت :

ليست كل المنشئات فى حاجة إلى وقاية سلبية كما أن درجة احتياج ما يستحق منها هذه الوقاية تختلف باختلاف المنشأة ودرجة أهميته . ويحدد الموقف الاستراتيجى درجات هذه الأهمية وأسبقية الأعمال الوقائية لها حتى يمكن تحقيق الأسس الاقتصادية المطلوبة .

أسس الوقاية :

ويجب أن توضع الأسس اللازمة للوقاية بحيث تتمشى مع موقع المنشأة أو المنشئات ، ومع الاعتبارات الاقتصادية لمختلف وسائل الإنشاء والعوامل الرئيسية فى هذه الأسس يمكن تلخيصها فى الآتى :

(ا) تتمشى هذه الأسس مع الخطة العامة للدولة .

(ب) المطالب اللازمة لدرجة معينة من الوقاية يجب أن تشمل السمك اللازم من مختلف المواد للمخابىء ، والحوائط الواقية والملاجىء على أسس اقتصادية فى حدود الموارد المحلية .

(ج) الوقاية من الحرائق يجب إنشاء حوائط واقية من النيران لتمنع انتشار النيران ويجب أن تتحد خطة هذه الحوائط مع خطة الحوائط الواقية من قوة تمزق الهواء (BLAST) مع مراعاة عمل وسائل إمداد إحتياطية للماء بلوازمها من خزانات وطلمبات والإكثار من المحابس مما يفيد فى عزل الأجزاء المضروبة من الأنابيب والاستفادة بالمنحنيات الأخرى التى يجب الإكثار منها .

(د) الوقاية من الغاز يجب مراعاة الوقاية من العناصر الكيماوية وهذه يلزمها منشئات تحتوى على هواء بها ، ومجاميع وقائية قد تعمل أو لا تعمل بنظام خاص للتهوية .

(ه) وسائل التحذير وهى ضرورية لإنذار الأفراد من الهجوم الجوى ، وفى المناطق والمصانع التى تمتاز بكثرة الإنتاج ، يجب أن تكون وسائل الإنذار بها متمشية مع خطة الدفاع العسكرى المحلية منعاً من تعطيل الإنتاج بلا مبرر .

ويمكن استخدام صفارات الإنذار المثبتة بالأسقف لهذا الغرض .

ومن الوسائل التى يمكن استخدامها السرينات والصفارات — وهذه الوسائل وإن كانت تخضع وتتمشى مع الخطة العامة للانذار المحلى كما هو موضوع بواسطة الدفاع العسكرى المحلى .. إلا أنها يجب أيضاً أن يكون من الممكن استخدامها بمعرفة المصنع نفسه وأن يكون جميع الأفراد على علم بطريقة استخدامها .

مطالب أخرى :

يدخل عنصر الإخفاء والانتشار فى أى خطة وقائية سلبية ضد الهجوم الجوى ، وهذه الأسس الخاصة بالإخفاء ضرورية لما تسببه للطائرات المغيرة من تضليل يبعدها عن الهدف .

* * *

الفصل الثاني

أسلحة التدمير الحديثة

تشتمل الوسائل الحديثة للتدمير على ما يلي :

١ — الأسلحة الصغيرة .
٢ — المدفعية والهاونات .
٣ — الطائرات .
٣ الدبابات والمدافع ذاتية الحركة .
٥ — الأسلحة النووية والاسلحة الكيميائية .
٦ — الوسائل التي تعتمد على المفرقعات .
٧ — الأسلحة البكتريولوجية .

وفي هذا العرض سنتحدث عن بعض الأسلحة التي تستخدم في منطقة القتال .

الأسلحة الصغيرة :

وتشتمل البنادق والرشاشات الخفيفة والثقيلة وقاذفات الصواريخ . أي الأسلحة التي يتميز مرماها بالاستقامة ، وتسير طلقاتها في خط مستقيم ، كما يتميز بقصر المسافة من (٢٠٠ إلى ٦٠٠ أو ٨٠٠ متر) .

وتأثير الطلقات العادية والطلقات الخارقة للدروع على التربة من ناحية الاختراق يكاد يكون متشابهاً . أما تأثيرها على المواد الاخرى كالخرسانة والطوب والأحجار والمعادن فإنه يختلف إذ يزداد تأثير الطلقات الخارقة للدروع عليها عن الطلقات العادية وعموماً يمكن القول أن نيران الرشاشات تعطي تأثيراً خارقاً ملحوظاً في الخرسانة والطوب وتختلف المواد في قدرة الطلقات على اختراقها من مادة لأخرى .

وفيما يلي الأسماك الواقية من الشظايا والتي توفر الحماية من الطلقات العادية والطلقات الخارقة للدروع :

نوع الأرض	التربة المفككة	التربة المضغوطة
الأرض الزراعية	١٣٠ سم	٦٠ سم
الأرض الطفلية أو النصف رملية	١٢٠ سم	٥٠ سم
الأرض الرملية	١٠٠ سم	٤٠ سم

المدفعية والهاون :

تستطيع المدفعية بواسطة الضرب المباشر أن تدمر الأهداف ، ويستخدم في الضرب المباشر لإصابة الاهداف كالمنازل وغيرها على النحو الذي استخدم في منطقة القنال ، والمدافع والدبابات والمدافع المضادة للدبابات . وكلاهما تمتاز بأن سرعة داناتها سرعة إبتدائية عالية .

(الدانة هي الطلقة التي تطلقها هذه الأسلحة وهي تختلف في شكلها عن القنبلة التي تسقطها الطائرات) .

والدنات التي تطلقها هذه الأسلحة تختلف بحسب الغرض منها ، وكما أشرنا إلى أنواع القنابل المختلفة ، نشير هنا أيضاً إلى أنواع الدانات المختلفة .

وسائل الضرب :

لا شك إذا استثنينا الصواريخ العصرية الموجهة بأنواعها أننا نجد أن أهم وسيلتين للاطلاق هما المدفع والهاون ثم الطائرة .

(ا) فإذا تحدثنا عن الطائرة نجد أنها قد تطورت في نوعها وحمولتها وسرعتها كما تطور معها وسائل التبليغ عنها ووسائل الدفاع ضدها من طائرات أخرى أومدافع وصواريخ مضادة للطائرات . وما يهمنا في هذا العرض أن الطائرة الحديثة تستطيع الوصول إلى هدفها وتوصيل الصاروخ أو القنبلة إلى الهدف بدقة . كذلك فإن الارتفاعات المنخفضة أفيد للطائرة في دقة الإصابة . لكن القنبلة التي تسقط من ارتفاع منخفض أقل قدرة على إختراق المنشئات أو التربة من تلك التي تسقط من ارتفاع عال وذلك لأن الأخيرة تكتسب سرعة إختراق كبيرة .

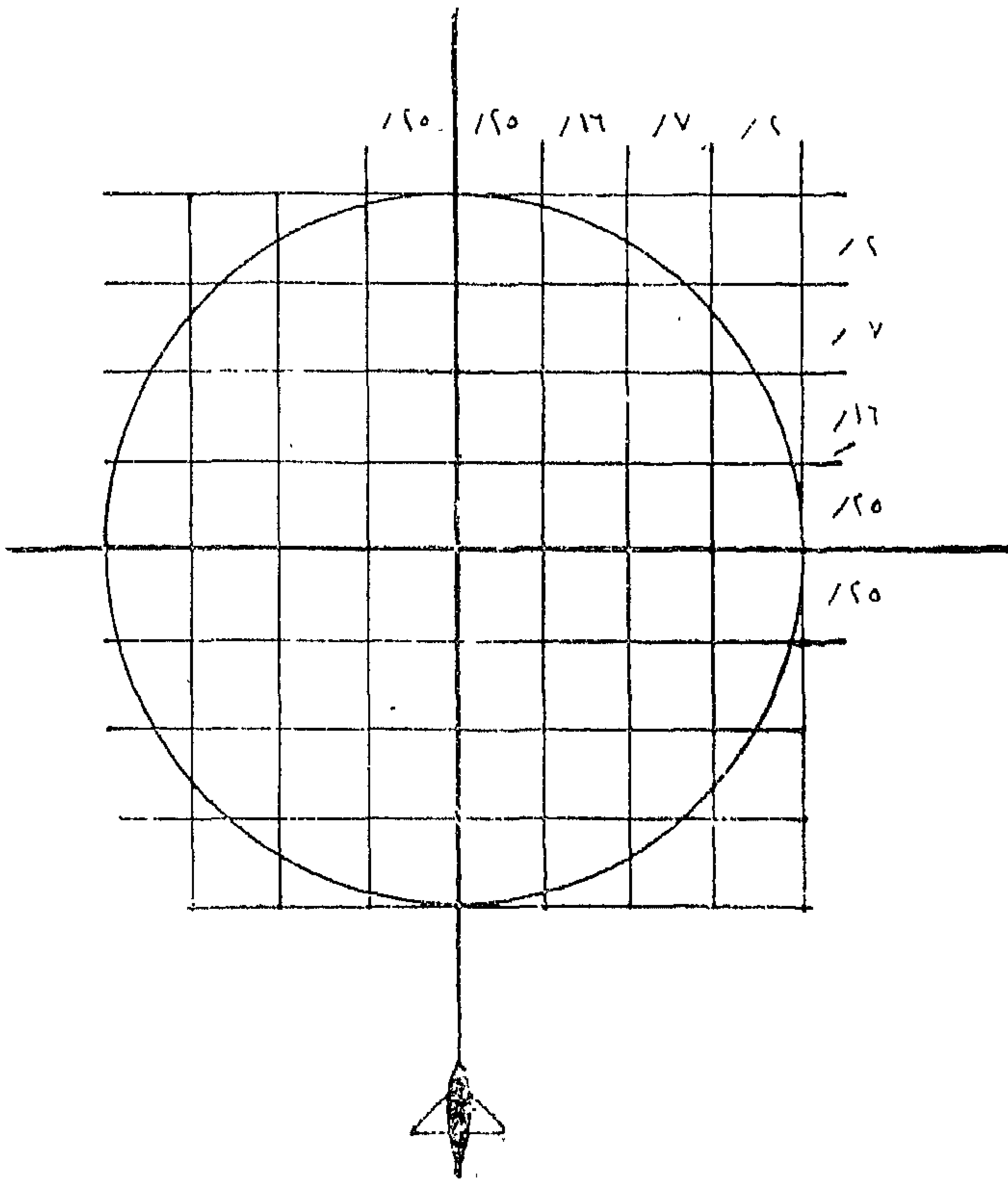
فعلى سبيل المثال طارت قاذفة قنابل بسرعة ٢٥٠ ميلا في الساعة (٣٧٠ قدم في ثانية) وأفرغت حمولها من القنابل من ارتفاع ٢٠٠٠ قدم فكانت سرعة اختراق القنبلة للتربة هي ٦٠٠ قدم في الثانية — وعندما ارتفعت الطائرة إلى (٢٥) ألف قدم كانت سرعة إختراق القنبلة للتربة هي ١٠٠٠ قدم في الثانية ومن ثم فان القنبلة في الحالة الأخيرة تخترق التربة لمسافة أكبر وعندما تسقط الطائرة قنابلها من ارتفاع ١٠٠٠ متر أو أقل نجد أن غالبية القنابل تسقط في اتجاه الطيران وتكون منطقة انتشار القنابل على شكل بيضاوي (قطع ناقص) . انظر شكل رقم (١) .

وإذا نظرنا إلى المنطقة التى أسقطت فيها القنابل من ارتفاع صغير (١٠٠٠ متر أو أقل) نجد أن ٥٠ ٪ من القنابل تسقط بجوار المركز فى المنطقة المحددة بالخطين (١ — ١) . كما نجد أن ٥٠٪ من هذه أيضاً أى ٢٥٪ من مجموعة القنابل التى ألقيت من الطائرة تقع فى الشرائح العرضية المحددة بالخطين (٢ — ٢) . ومن هنا نجد أن ٥٠ ٪ من القنابل يسقط فى منطقة المستطيل وهذه هى أخطر المناطق .

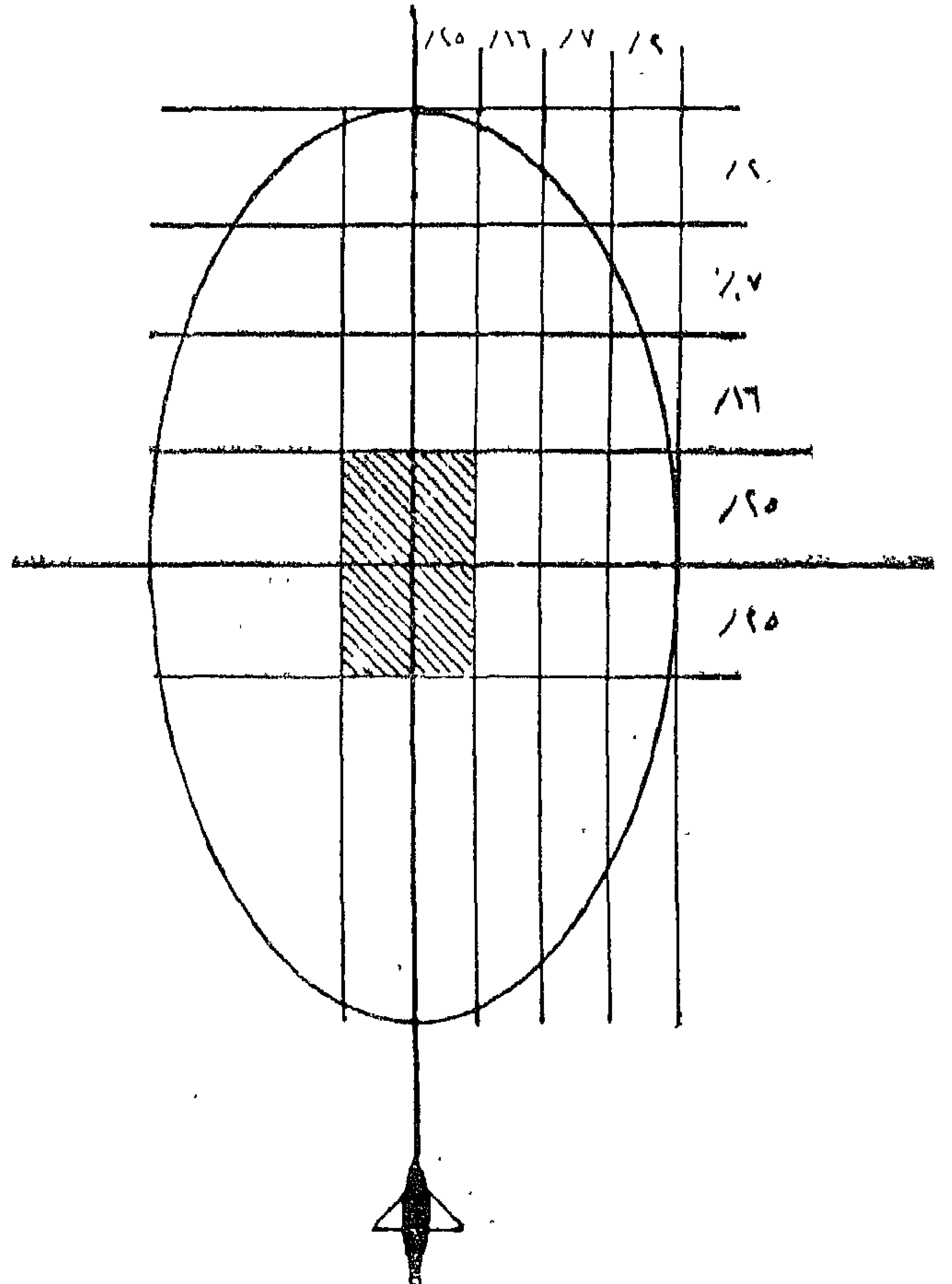
أما إذا كانت الطائرة على ارتفاع كبير من ١٠٠٠ متر فإن انتشار القنابل عندئذ فى دائرة على النحو الموضح فى شكل (٢) .

انظر شكل رقم (٢) .

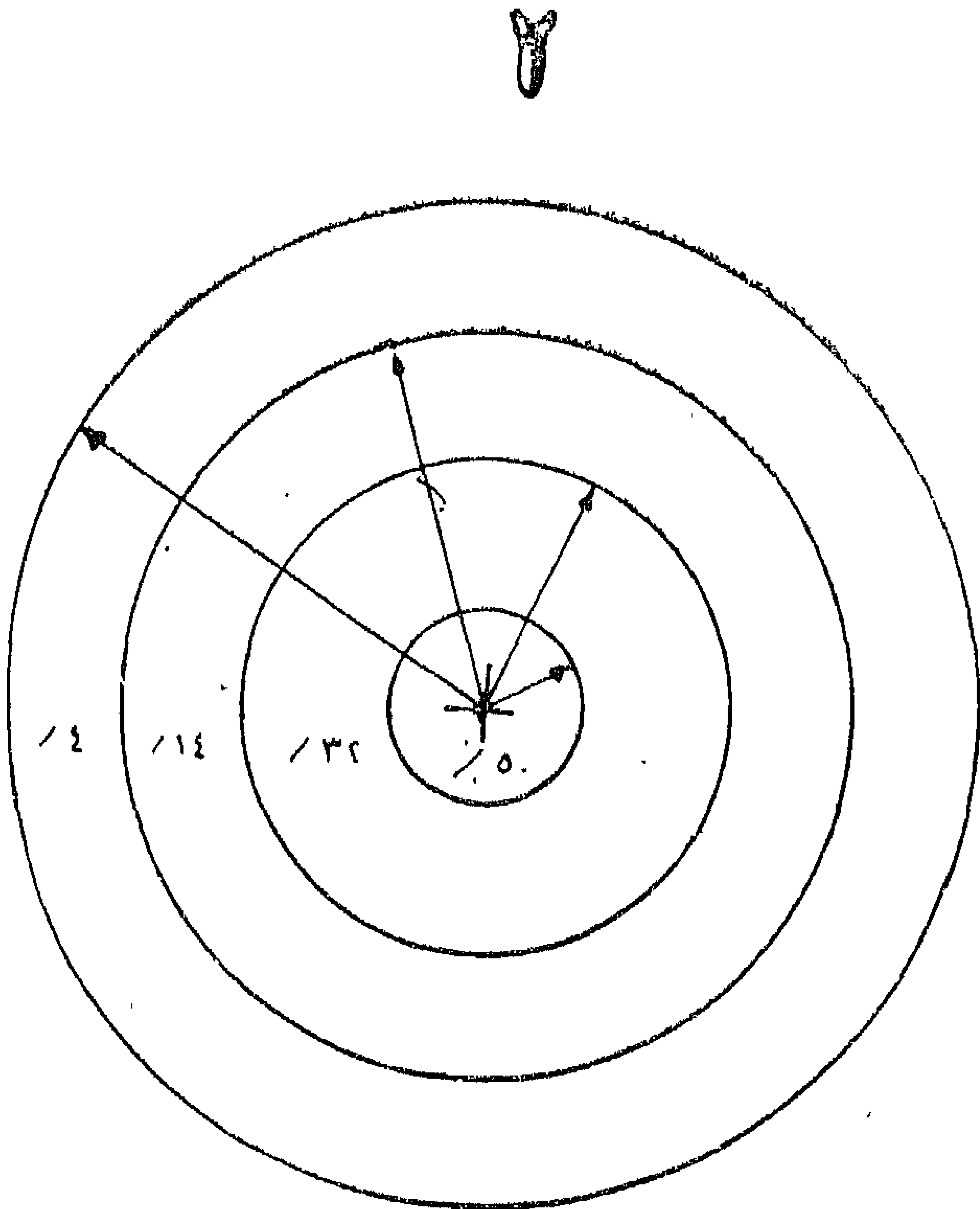
وقد أجريت تجربة ألقيت فيها ١٠٠ قنبلة من وزن خفيف من ارتفاع ٢٠٠٠ متر (شكل رقم ٣) وكانت نتائجها تطابق ما سبق ذكره وجاءت النتائج كالآتى :



شكل رقم (٢)



شكل رقم (١)



شكل رقم (٣)

الدائرة الأولى قطرها ٨٠ مترا	والإصابة	٥٠ ٪
الدائرة الثانية قطرها ١٦٠ مترا	والإصابة	٣٢ ٪
الدائرة الثالثةقطرها ٢٤٠ مترا	والإصابة	١٤ ٪
الدائرة الرابعةقطرها ٣٢٠ مترا	والإصابة	٤ ٪

ولزيادة احتمال الإصابة فان المتبع هو الطيران الغاطس من ارتفاع لا يزيد عن ٣٠٠ — ٥٠٠ مترا . كما أن الطيران المنخفض دقته أكثر من الطيران الأفقى من ٢ — ٣ مرات .

ومسافة الأمن من المنشأ المعرض للضرب من ارتفاع متوسط وقنابل متوسطة العيار يتراوح بين ٣٠٠ — ٥٠٠ متر أى أنه إذا كان الفرد على بعد ٣٠٠ متر أو ٥٠٠ متر من مكان سقوط القنبلة فانه يكون آمناً .

ب) الدانات :

الدانات ذات الشظايا :

وهذه تنفجر بمجرد اصطدامها بالهدف ، وتستخدم عادة ضد الأفراد الموجودين بالعراء .

الدانات ذات المفرقعات العالية :

وهذه تنفجر بعد اختراقها للهدف وتستخدم لتدمير المنشآت من الخشب أو التراب وتمتاز بسمك غلافها الذى يحتوى على المفرقعات .

الدانات الخارقة للخرسانة :

وهـــذه قادرة على اختراق الخرسانة المسلحـة وغير المسلحة .

الدانات الخارقة للدروع :

ولها القدرة على اختراق الدرعات والمنشآت المدنية المدرعة .

وكما نعلم أن القدرة على اختراق الدروع تتطلب زيادة سمك الغلاف وهذا على حساب تقليل كمية المفرقعات .

الدانات ذات القلب السميك :

وهذه الدانات من نوع خاص خارق للدروع تحمل فى داخلها قطعة من معدن صلب قوى وقطر هذه القطعة أو القلب أقل من عيار المدفع . وتمتاز هذه الدانات بأنها ذات سرعة إبتدائية عالية وبقدرتها الكبيرة على اختراق الدروع ولا يوجد بها عبوة مفرقعات .

الدانات ذات العبوات المجوفة :

وتحمل الدانة من هذا النوع عبوة مفرقعات ذات شكل خاص من نوع العبوات المجوفة .

وهذا النوع يعدمن أجود الأنواع للاختراق . وانفجارها يحدث خطأ من الغازات فى اتجاه الهدف ، وبالتالى يتم الاختراق فى هذا الهدف بنجاح كبير ، ولكن حفرة الاختراق تكون صغيرة ، ونتيجة الاختراق أكبر من الأنواع التى تنفجر داخل الهدف .

الهاونات :

ومسار داناتها يكون فى منحنى كبير (٤٥ درجة أو أكثر) ولهذا فان سقوط الدانة يتم أيضاً بزاوية سقوط كبيرة، ويستخدم للهاونات الدانات ذات الشظايا، أو الدانات ذات المفرقعات الكبيرة ولكن قدرتها على الاختراق ضعيفة . . نتيجة لصغر السرعة الإبتدائيـة عند الانطلاق وتستخدم الهاونات عادة ضد الأفراد وأحياناً تستخدم ضد المنشآت — الأفقية السطح ، والمخابىء والخنادق ، ومن ثم يجب أن تصمم هذه بحيث تحقق الوقاية من انفجارها .

تأثير الدانات :

عندما تصطدم الدانة بمنشأ ما فانه يحدث منها التأثيرات التالية :

— تأثير من صدمة الدانة نفسها .

— تأثير من عبوة المفرقعات بها .

— تأثير من الشظايا المتطايرة من الانفجار .

— تأثير من موجة الضغط الناشئة من الانفجار .

وعندما تتطاير الشظايا فان جزء منها يتطاير فى مسار مستقيم . وجزءا منها يتطاير فى منحنى حاد يتساقط رأسياً .

ولهذا فللوقاية من الشظايا يلزم إنشاء سواتر رأسية من الجزء المتطاير فى خط مستقيم ، وسواتر أفقية للوقاية من الجزء المتطاير فى منحنى حاد يسقط بعده رأسياً وليس للشظايا هذه كلها مقدرة كبيرة على اختراق السواتر ، ولهذا فإن السواتر اللازمة للوقاية من الطلقات الخاصة بالأسلحة

الصغيرة والسابق ذكرها تحقق الوقاية من شظايا قنابل الطائرات حتى وزن ١٠٠ كج .

أما عن تأثير الموجة الضاغطة الناشئة من الانفجار فهى تسبب تأثيراً على الأفراد والأغراض المختلفة ويختلف تأثير هذه الموجات على حسب قوة الموجة وبعدها عن الهدف.

فإذا كان الهدف خلف ساتر أو فى حفرة فان تأثير الموجة يقل أو ينعدم .

وإذا كان الساتر قليل الأبعاد طولا وعرضاً فانه يسمح بالتفاف الموجه حوله وبالتالى يكون تأثيرها شديداً .

أما إذا كان الساتر كبير الأبعاد طولا وارتفاعاً فان الموجه الضاغطة بانتقالها خلف الساتر تجتاز مسافة طويلة تفقد خلالها الكثير من قدرتها وقوتها ، فتصل إلى ما خلفها فى النهاية وهى ضعيفة ، وبالتالى فان تأثيرها يكون بسيطاً .

وإذا ما غطى الساتر أو دخل الفرد فى حفرة مغطاة يكاد التأثير أن ينعدم تماماً .

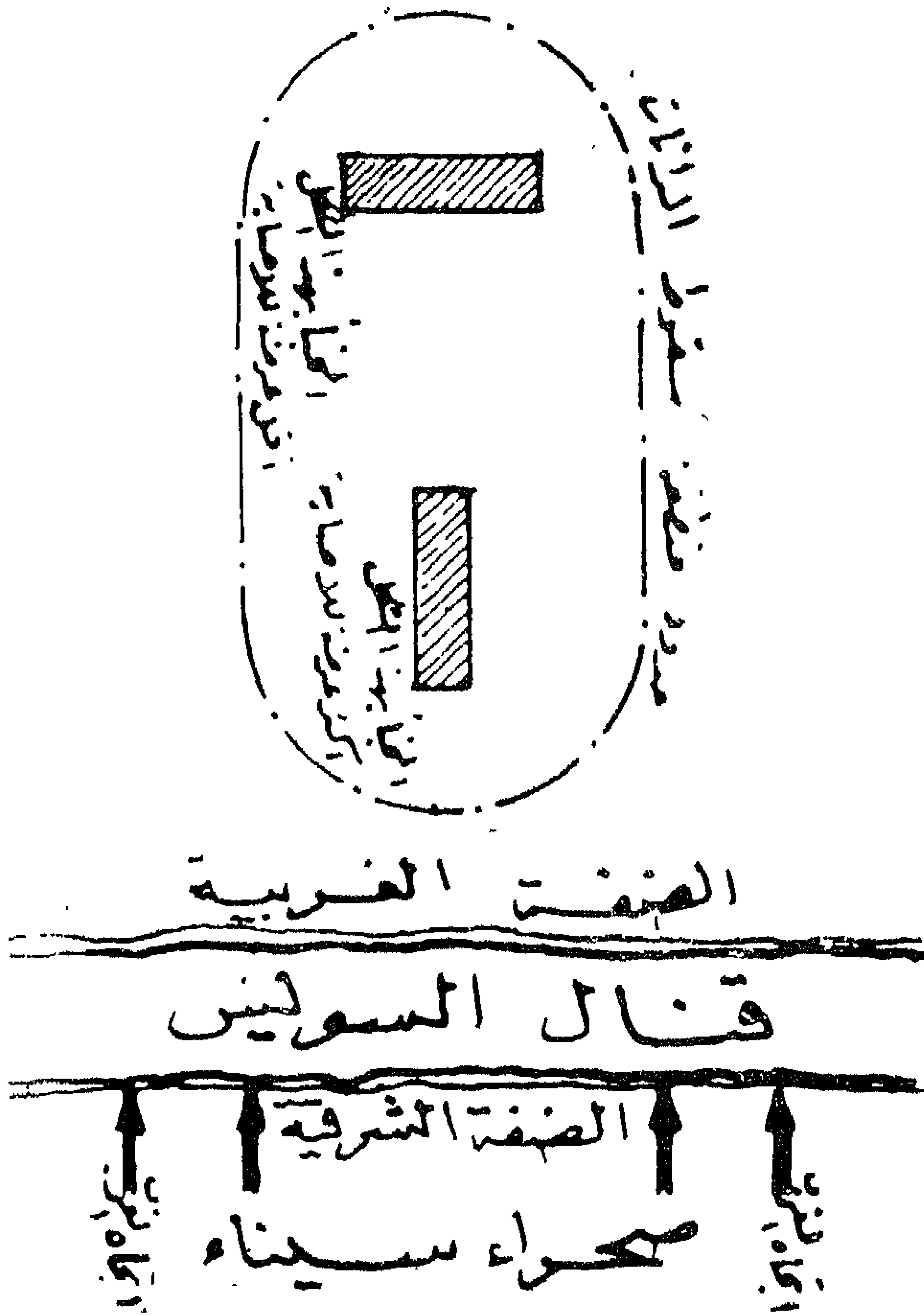
وكلما كان غطاء الساتر أو الحفر بميول مدرجة ساعد ذلك على سهولة مرور الموجة الضاغطة وانسيابها بما لا يؤثر على الغطاء حاد الميول فان الموجة الضاغطة تصدم بالميول الحادة وتحدث عليه ضغطاً كبيراً قد ينزع الغطاء .

سقوط الدانات :

تسقط الدانات فى شكل قطع ناقص أى فى منطقة بيضاوية ضلعها الاكبر فى إتجاه المدافع وضلعها الأصغر عمودى عليه .

ومن ثم يستحسن عمل الخنادق والمخابىء بحيث يكون الضلع الأكبر فيها عموداً على اتجاه المدافع حتى تقل فرصة تعرضه للاصابة .

انظر شكل رقم (٤)



شكل رقم (٤)

وعن منطقة القنال :

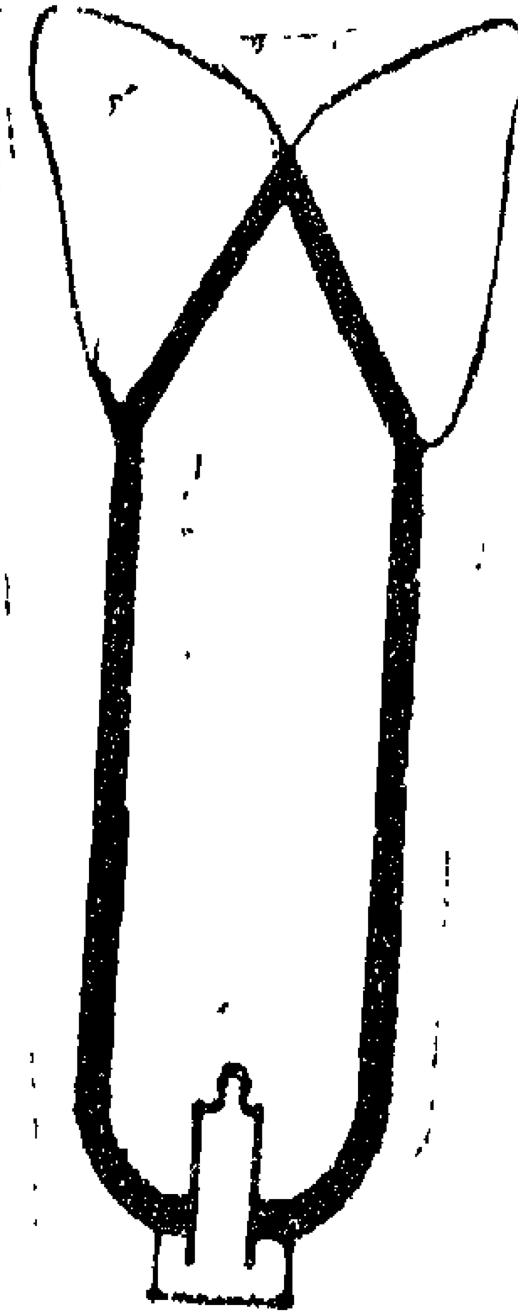
الضرب الذى نشأ أخيراً فى منطقة القنال من مدافع وهاوتزر وهاون ومدافع مضادة للدبابات والمدفع يخرج طلقات فى خط مستقيم تصيب المنازل والمنشآت أما الهاوتزر طلقة تندفع فى منحنى يصيب الأسطح ، ومثله الهاون فى مسار الطلقة .

ولذا فان عمل الخنادق يستهدف الوقاية من الهاوتزر ١٥٠ مم أو أكبر والهاون وهذا الأخير لا خوف منه كثيراً على الخنادق .

وكأمثلة على مقدرة اختراق دانة الهاوتزر نجد أنها قادرة على اختراق أرض رملية مضغوطة المسافة ٢ متر و ٨ سم وقادرة على اختراق سطح أفقى من الخرسانة المسلحة بسمك ٤٨ سم .

القنابل أنواعها وخواصها:

من الصعب تقسيم القنابل لغرض أو فائدة ضد هدف معين (شكل ٥ يعطى فكرة عن القنبلة).



شكل رقم (٥)

فالتحسينات التى أدخلت فى تصميم القنابل واستخدام المشاعل الخاصة مكن هذه القنابل المختلفة من الوصول إلى التأثير الفعال ضد الأهداف المماثلة.

ويوضح الجدول رقم (١) خواص مختلف القنابل المستخدمة بمختلف الدول.

(أ) قنابل المفرقعات:

١ – عام

وتقيم هذه الأنواع هنا بالنسبة إلى شكلها أو الغرض منها ولو أنه من الصعب الفصل بينها.

والقطاعات المختلفة لهذه القنابل موضحة.

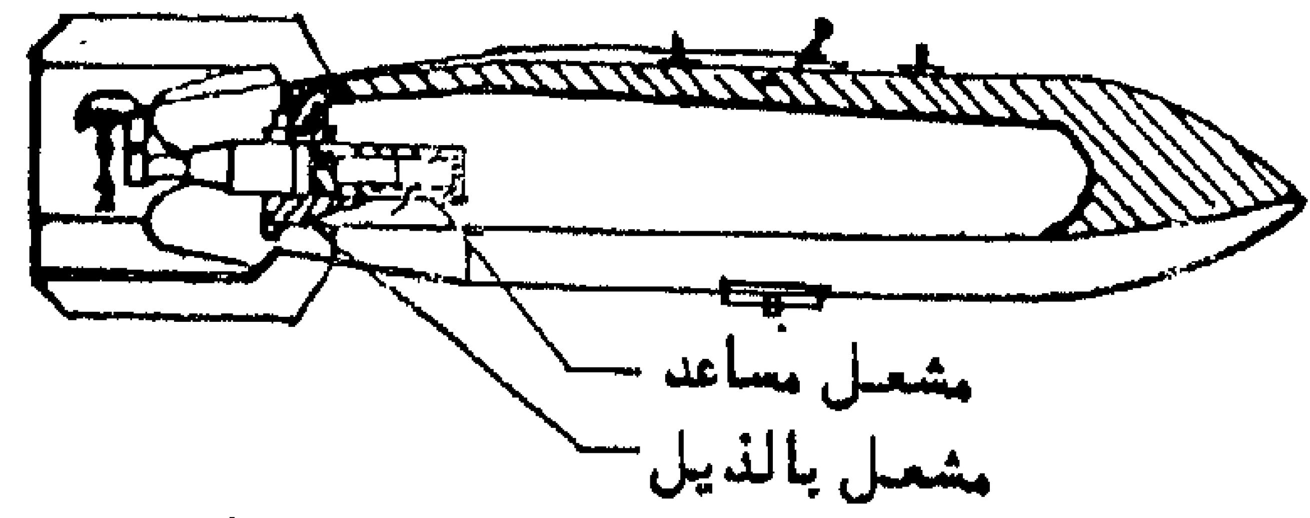
٢ – القنابل المدرعة الخارقة:

(Armor ... Piercing A.P.)

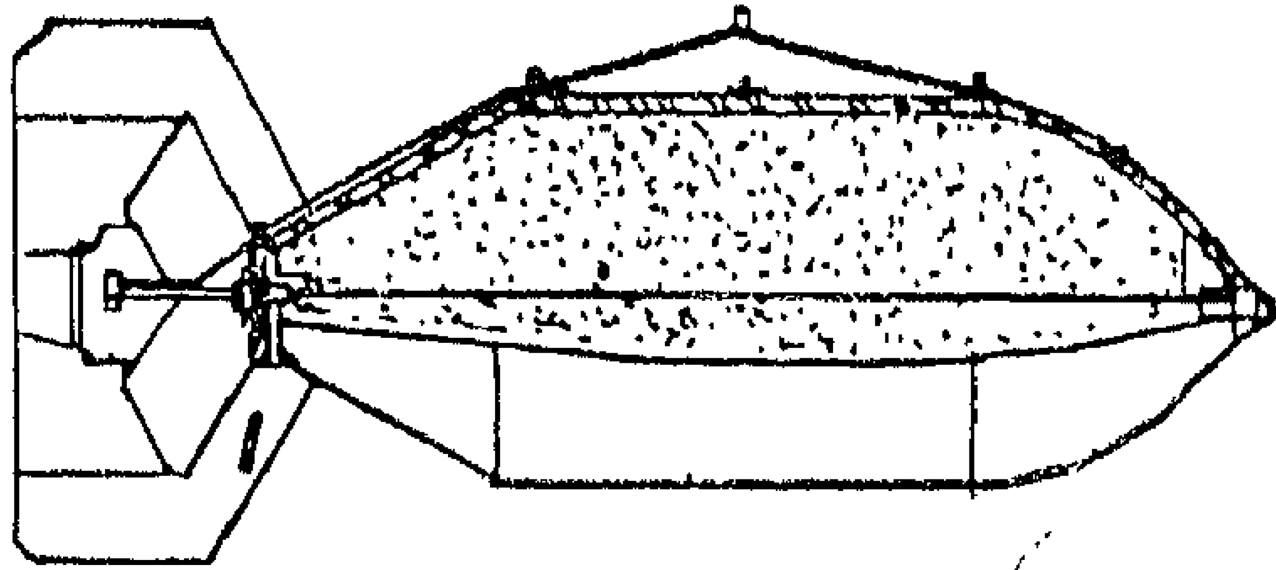
وتتراوح نسبة مابها من عبوة إلى وزنها من ٥ إلى ١٥ فى المائة.

وهذه مصممة للحصول على أقصى اختراق فى المواد التى تعطى أقصى مقاومة كالصلب دون أن يشوه غلاف القنبلة وللحصول على هذا الاختراق يصنع غلاف القنبلة من حوائط سميكة من نوع خاص من الصلب. وتوضع المشاعل الؤجلة التأثير إما فى ذيل القنبلة أو فى أجناب غلافها.

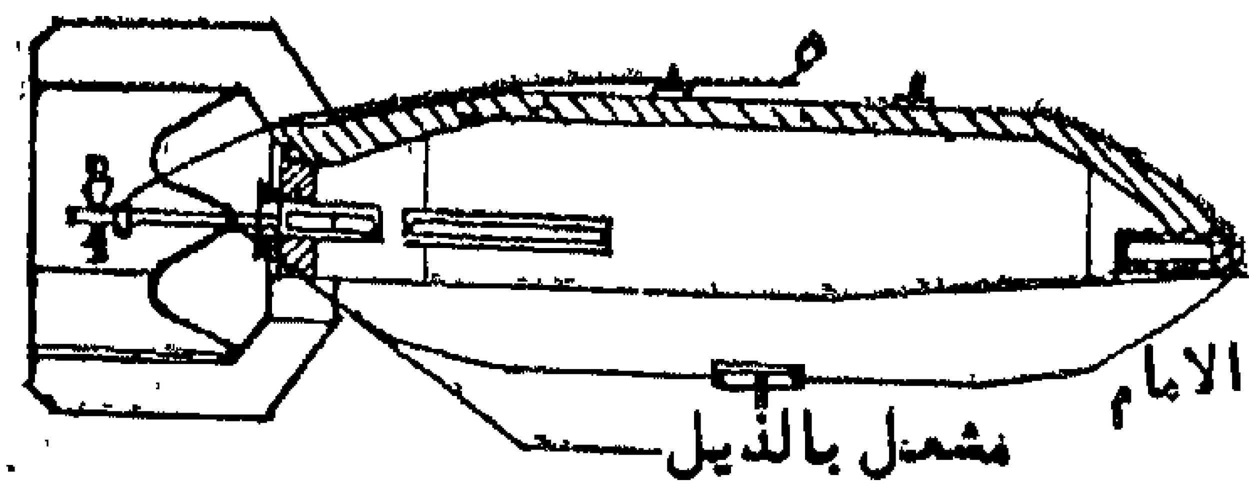
ونظراً لأن هذه القنابل غالية نسبياً وقوة انفجارها



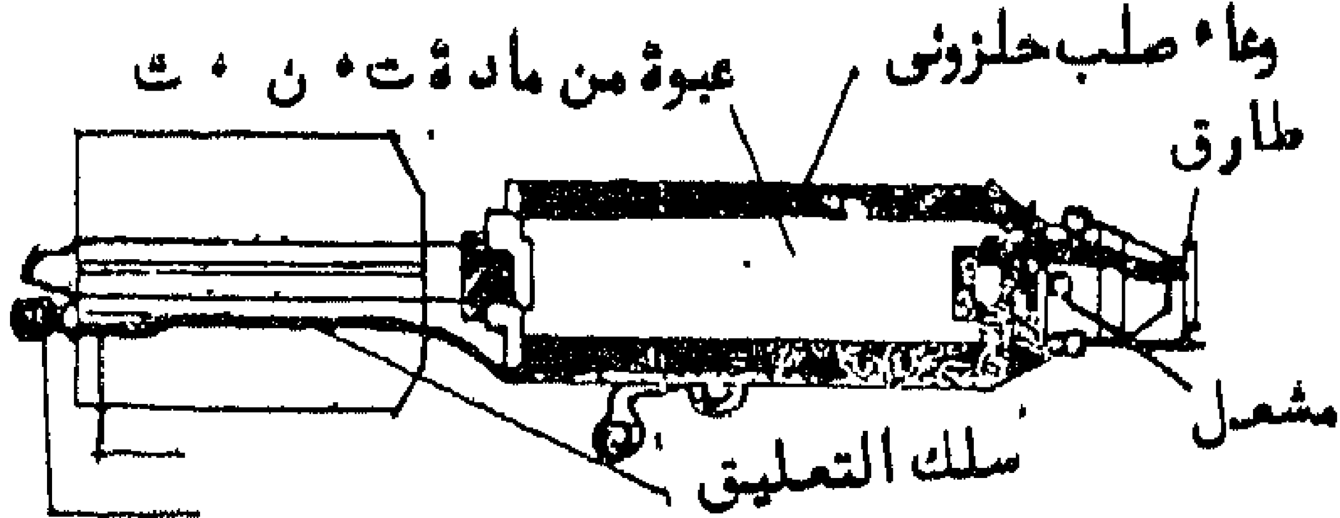
(قنبلـــة مدرعـــة خارقـــة) (A.P.)



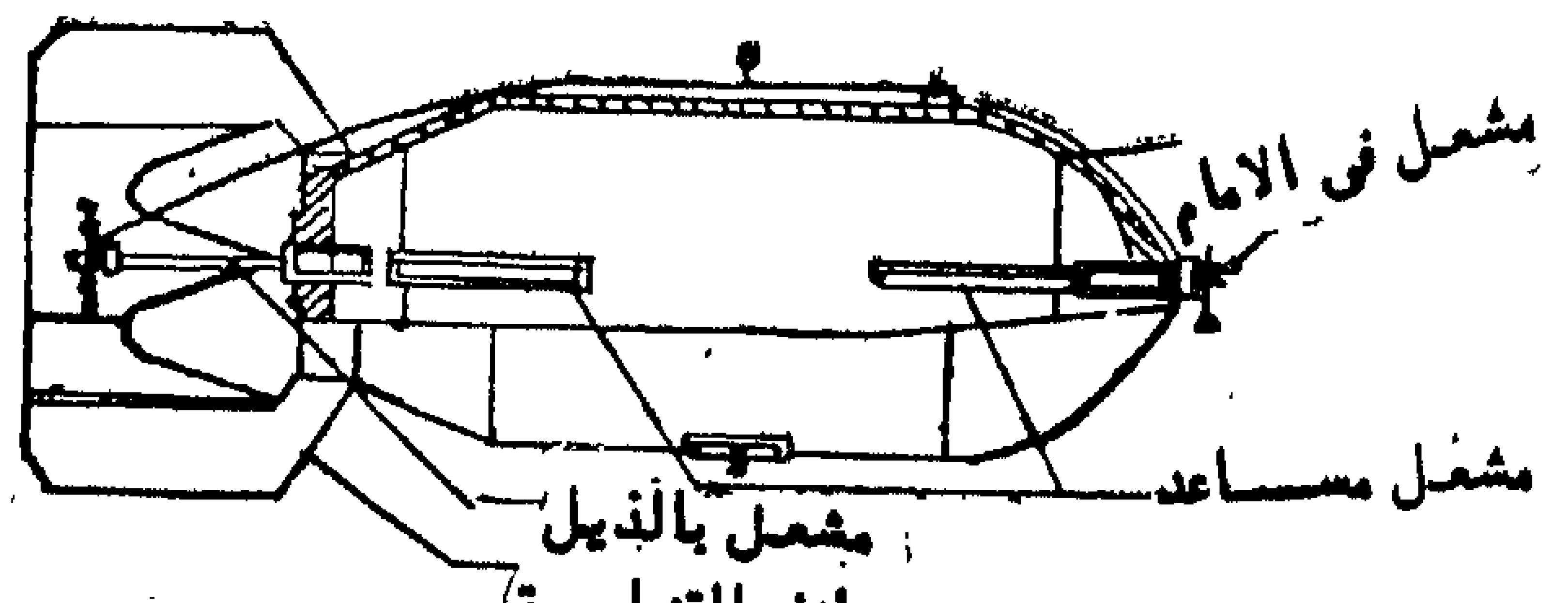
(قنبلـــة ذات غلاف خفيف) (L.C)



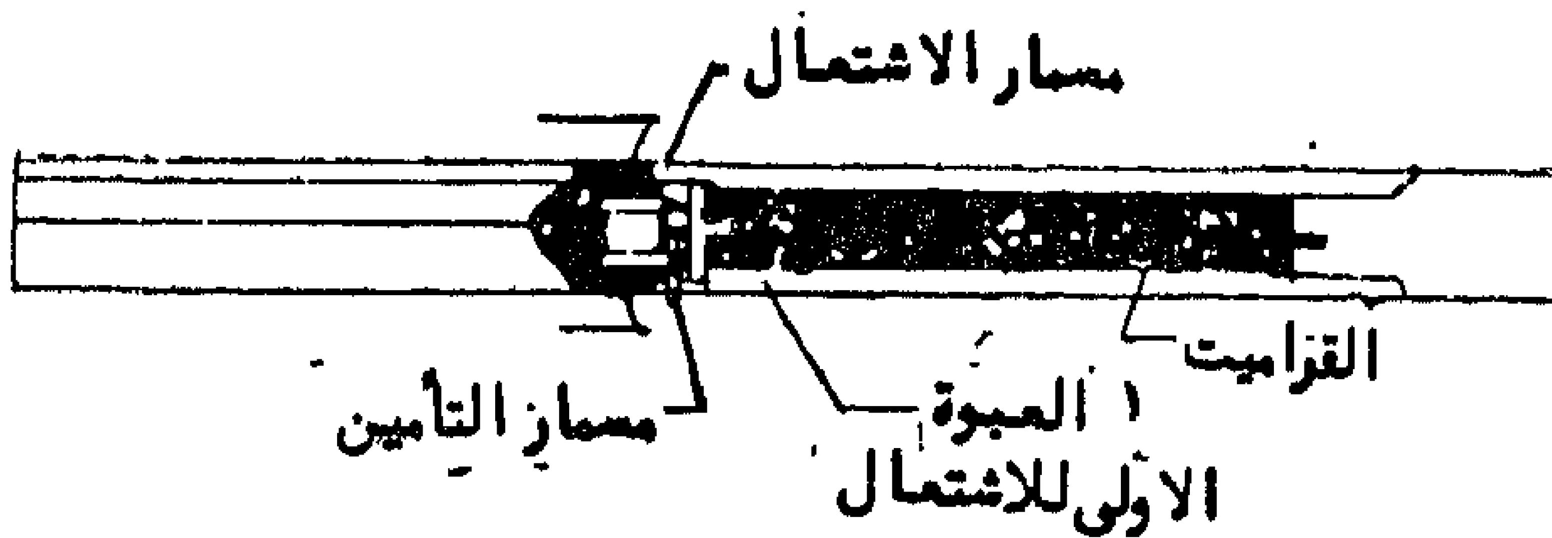
(قنبلـــة نصف مدرعة خارقـــة) (S.A.P)



قنبلة شظايا (F)



(قنبلـــة خدمـــة عمومية) (G.P)



(قنبلـــة حارقـــة)

شكل ٦ قطاعات طولية فى قنابل الطائرات بأنواعها المختلفة

شكل ٧ قطاعات طولية فى قنابل الطائرات بأنواعها المختلفة

محدودة لذلك فإن استخدامها يكون عادة قاصراً على الأهداف ذات المقاومة الشديدة أو ضد دروع السفن الحربية . وأحياناً يضاف إلى هذه القنابل وحدة صاروخية لزيادة الاختراق .

ورغم أن هناك احتمال ضعيف لحدوث تفكك أو انهيار نتيجة صدمة هذا النوع من القنابل .. إلا أنها تسبب تأثيراً مدمراً نتيجة للشظايا والضغط الناشئة بعد الاختراق .

٣ ـ القنابل النصف مدرعة الخارقة

Semi-Armour-Piercing (SAP)

وغلافها أقل سمكاً من سابقتها ومن ثم ارتفعت النسبة المئوية بين ما بها من عبوة وبين وزنها فوصلت إلى ٢٥-٣٥ في المائة . ومن ثم كانت قدرتها على الضغط شديدة . ووسيلة إشعالها كسابقتها .

وهذا النوع من القنابل مؤثر ضد الخرسانة والصلب المتوسط الصلابة .. ومن ثم فإن استخدامها قاصر على المنشآت العسكرية الهامة والموانى والأعمال الصناعية الكبيرة كالبواخر وشكلها إنسيابى وأحياناً تسمى Deep penetration bombs

٤ ـ قنابل الأغراض العامة (أو الخدمة العمومية)

General purpose (G.P.)

ويقصد بذلك القنابل التى ما بين القنابل ذات الضغط وبين التى لها قدرة الاختراق .

وتصنع أغلفة هذه القنابل من نوع الصلب المتين القادر على اختراق مبان ذات عدة أدوار كالمكاتب أو أسطح وأجناب قطع الأسطول الخفيفة ، وسمك الجدار من ١/٤ إلى ١/٢ بوصة ملحوم كقطعة واحدة .

ونسبة ما بها من عبوة إلى وزنها تتراوح بين ٤٥ إلى ٦٠ فى المائة ، ومن ثم تحقق أعظم تأثير للانفجار ، ويوضع المشعل إما فى رأس القنبلة ، أو ذيلها ، أو فى جانبها . وفى حالة وضع المشعل فى الرأس ، يمكن إختيار أى من المشاعل إما الوقتية التأثير أو المؤجلة .. ويفضل النوع الوقتى التأثير عند ما يراد الإستفادة بالشظايا أو الضغط الناشىء لأكبر حد . أما الأنواع المؤجلة الإنفجار فتفضل عندما يكون الهدف هو نسف مبنى أو إحداث هزات أرضية شديدة . على أن هذا التأجيل يمكن التحكم فيه لزمن يتراوح بين عدة ثوان وعدة أيام من وقت حدوث التصادم . والنوع البعيد التأجيل يقلق العدو كثيراً فى استخدام وإحتلال قطعة من الأرض .

٥ ـ القنابل ذات الشظايا Fragmentation (F)

وتصميم هذا النوع يعتمد على أحداث أعظم كمية من الشظايا ولذا فأحياناً تعرف بالقنابل المضادة للأفراد . والقنابل المصنوعة من الخرسانة تحقق هذه الغاية بالإضافة إلى رخصها . ومنها نوع كبيرة الشظايا وآخر صغيرها . وأحيانا تصمم هذه القنبلة بزعانف مثبتة ، وأحياناً بمظلات حتى تجبر الطائرات المنخفضة الإرتفاع على الهروب خوفاً من الشظايا .

ولدقة الإصابة توضع بعض أنواع من القنابل ذات الشظايا فى مجاميع فى غلاف واحد من الصلب الخفيف وتخرج من هذا الغلاف بواسطة مشعل مؤجل التأثير .

والمشاعل المستخدمة ، إما من النوع الذى ينفجر فى الهواء ونتيجة للصدمة ، أولها عبوة تأخير طويلة المدى ، أو مشاعل ضد القاقلة .

وتستخدم هذه القنابل لتحطيم وإصابة الأفراد ، وقولات العربات والطائرات المنتظرة بمطاراتها وبعض المعدات غير المعتنى بوقايتها وبعض المنشآت . والخسائر تحدث أساساً من الشظايا التى تنطلق بسرعة هائلة . كما أن هناك بعض التأثير للضغط الناشىء من الإنفجار على الأجسام القريبة . وعلى ذلك فإذا أحسن توزيع هذه القنابل على هدف كبير أمكن تحطيم هذا الهدف الكبير بالشظايا . ونظراً لخفة وزن هذه القنبلة ، وصغر حجمها ، فإن طائرة واحدة يمكنها أن تحمل منها عدداً كبيراً .

٦ ـ القنابل ذات الكفاءة العالية والأغلفة الخفيفة (ذات الضغط العالى) :

High capacity (H.C.) and light case (L.C.)

والإصطلاح الأول، أى ذات الكفاءة العالية (H.C.) تعبير انجليزى والإصطلاح الثانى ذات الأغلفة الخفيفة

(L.C.) تعبير أمريكى .. وتعمل من ألواح من الصلب من ٣ إلى ٤ أقدام وتتصل ببعضها بواسطة مسامير برشام ومتصلة كذلك بوحدة الذيل أو بمظلة براشوت بدلا من وحده الذيل .

وتصمم هـذه القنابل لتحدث ضغطاً كبيراً على مساحة كبيرة ، ونسبة ما بها من مفرقعات إلى وزنها تتراوح بين ٧٠ إلى ٨٥ فى المائة ومعظمها يزن ٢٠٠٠ رطل فأكثر وتجهز بمشاعل وقتية التأثير (طبات طرقية) بمجرد التصادم وتعتمد على التأثير بواسطة الضغط الناشىء ، ومع ذلك فقد استخدمت بنجاح ضد الأغراض العسكرية الجيدة الوقاية . وأحياناً تسمى هذه القنابل ، قنابل الإنفجار BLAST Bombs

٧ ـ أنواع أخرى :

وهناك أنواع أخرى مبتكرة من القنابل باستخدام المفرقعات . فمثلا يمكن إستخدام الألغام الهوائيـة ذات المظلات فى الغارات البحرية ليمكن إسقاطها فى الماء ، كما يمكن إسقاطها على الأرض ، وقد استخدمت أنواع مماثلة من هذه الألغام ضد أهداف أرضية لتفجيرها ويمكن إستخدام قنابل أخرى أو مقذوفات أو ألغام ضد أهداف معينة والقنابل الضخمة التى تزن ٢١٠٠٠ رطل والتى صممت لتدمير المنشآت الخرسانية الضخمة قد أثبتت كفاءة ممتازة فى هذا الغرض .

(ب) القنابل الحارقة

١ ـ عام :

المواد الحارقة هى تلك التى تستخدم لتدمير المبانى والمحاصيل والمنتجات والذخيرة والمعدات والمواد ذات القيمة العسكرية وتقسم هذه المواد الحارقة بالنسبة لتركيبها والغرض من استخدامها إلى مواد (مركزة) أو (منتشرة) .

فالنوع المركز يبقى متجمعاً حتى يستهلك وينقل حرارته إلى المنطقة المرادة .. أما النوع المنتشر ، فإنه ينشر بواسطة عبوة مفجرة شظايا صغيرة من مواده الحارقة فتتصاعد الحرائق فى مناطق مختلفة بالتالى .

وقد تأخذ المواد الحارقة إحدى الصور الآتية : إما صورة أكاسيد معدنية بأشكال مختلفة أو مخاليط مؤكسدة حارقة كالمغنسيوم أو مواد حارقة على هيئة مواد صلبة مثل الفسفور الأبيض أو الجازولين السميك أو وقود العربات .

٢ ـ قنابل المغنسيوم الخفيفة :

ويتراوح وزنها بين ٢ إلى ٤ أرطـال والنوع الصغير منها لا يزال يعرف بالتسمية الألمانية (الـكيلو) (KILO) أو (الـكترون) (Elektron) وقد استخدمت هـذه الأنواع على نطاق واسع نظراً لقدرتها الحارقة القوية ، ونظراً لخفتها مما يمكن من حمل الـكثير منها فى الطائرة الواحدة .

ونسبة المواد الحارقة بالقنبلة تصل إلى ٩٥ فى المائة من وزنها وتصل درجة حرارة احتراقها من ٢٥٠٠ إلى ٤٥٠٠ درجة فهرنهيت .

وللقنبلة أنف غير حاد وغلاف سداسى القطاع من المغنسيوم — وبداخله عبوة البادى وجهاز الإشعال الذى قد يوضع فى الأنف عند المقدمة أو فى الخلف عند الذيل . . . وهذه المشاعل من النوع الوقتى التأثير عادة وإن كان من المستحسن فى بعض الأحيان استخدام النوع المؤجل التأثير كما توضع فى هذه القنابل أحياناً كمية صغيرة من عبوات متفجرة وتجهز بمشعل لتنفجر بعد بدء عملها ، إما بعدة ثوان أو بعدة دقائق وعادة عندما توضع المادة الحارقة داخل القنبلة يتخللها حوالى ٢٠ فى المائة منها مادة متفجرة لتثير الرعب والفزع . وقدرة هذا النوع من القنابل على الاختراق ضعيفة جداً وإن كان من الممكن أن تخترق الأسقف العادية .

وقنابل المغنسيوم مؤثرة جداً فى المناطق الآهلة بالسكان أو فى الأحياء التجارية والصناعية حيث تتواجد دائماً مواد قابلة للاشتعال دون وقاية ما .

وقد لا تـكون هذه القنابل الصغيرة ذات تأثير قوى إذا ما سقطت فى الأرض المـكشوفة والشوارع ومناطق وقوف العربات اللهم إلا فى هذه الحرائق التى تثيرها حيثما سقطت . وفى استطاعة طائرة أن تحمل ٢٠٠٠ قنبلة ، وفى جولة واحدة للطائرة يمكنها أن تنثر حمولتها من القنابل على مساحة يصل طولها إلى ٦ ميل .

٣ — أنواع أخرى من قنابل المغنسيوم والقنابل الخارقة :

وهذه تشبه قنابل المغنسيوم الخفيفة السابق ذكرها ولكنها تختلف عنها فى الحجم .

فقد تجهز هذه الأنواع الكبيرة بأنف من الصلب لزيادة قدرتها على اختراق المنشئات التجارية أو الصناعية أو العسكرية ، ورغم هذا فإن تأثير هذه القنابل الكبيرة ليس مؤثراً كسابقتها إذا قارنا بين أوزان متساوية من كل من النوعين .

٤ — قنابل النيران :

أمكن استخدام خزانات البترول التى تحتوى على وقود سميك ضد المناطق المجهزة بالدفاع كنوع من قنابل النيران . وقنابل النيران تستخدم بنجاح ضد الأشخاص فقط فى المناطق المكشوفة ، والمبدأ الرئيسى فى استخدامها هو استعمالها ضد جميع الأهداف ـ القابلة للاحتراق خاصة فى المناطق التجارية والصناعية ومناطق التجميع العسكرية حيث تتوافر العربات أو الطائرات . فهذه القنابل تشتعل بسهولة عن القنابل المغنسيومية ويصعب إطفاؤها .

٥ — أنواع حارقة أخرى من القنابل :

وفيها يستخدم الصديوم كعبوة . . فالمعروف أن الصديوم يتفاعل مع الماء منتجاً الهيدروجين السريع الاشتعال . ولا يعد الهيدروجين من المواد الحارقة الجيدة ، كما يسهل إطفاؤه ، ومن ثم فاستخدام هذا النوع على نطاق ضيق .

ونوع آخر من الحارقات يستخدم فى المناطق التى بها محاصيل زراعية ناضجة أو المناطق التى تتوافر بها الأخشاب . وهذا النوع عبارة عن ورقة صغيرة مغموسة فى الفسفور أو الكربون ، وتبقى مبللة بواسطة ثانى كبريتات الكربون فهذه الأنواع — ومثيلاتها من الحارقات الأخرى — قد استخدمت ولكنها على أية حال محدودة التأثير .

(ج) القنابل الكيميائية :

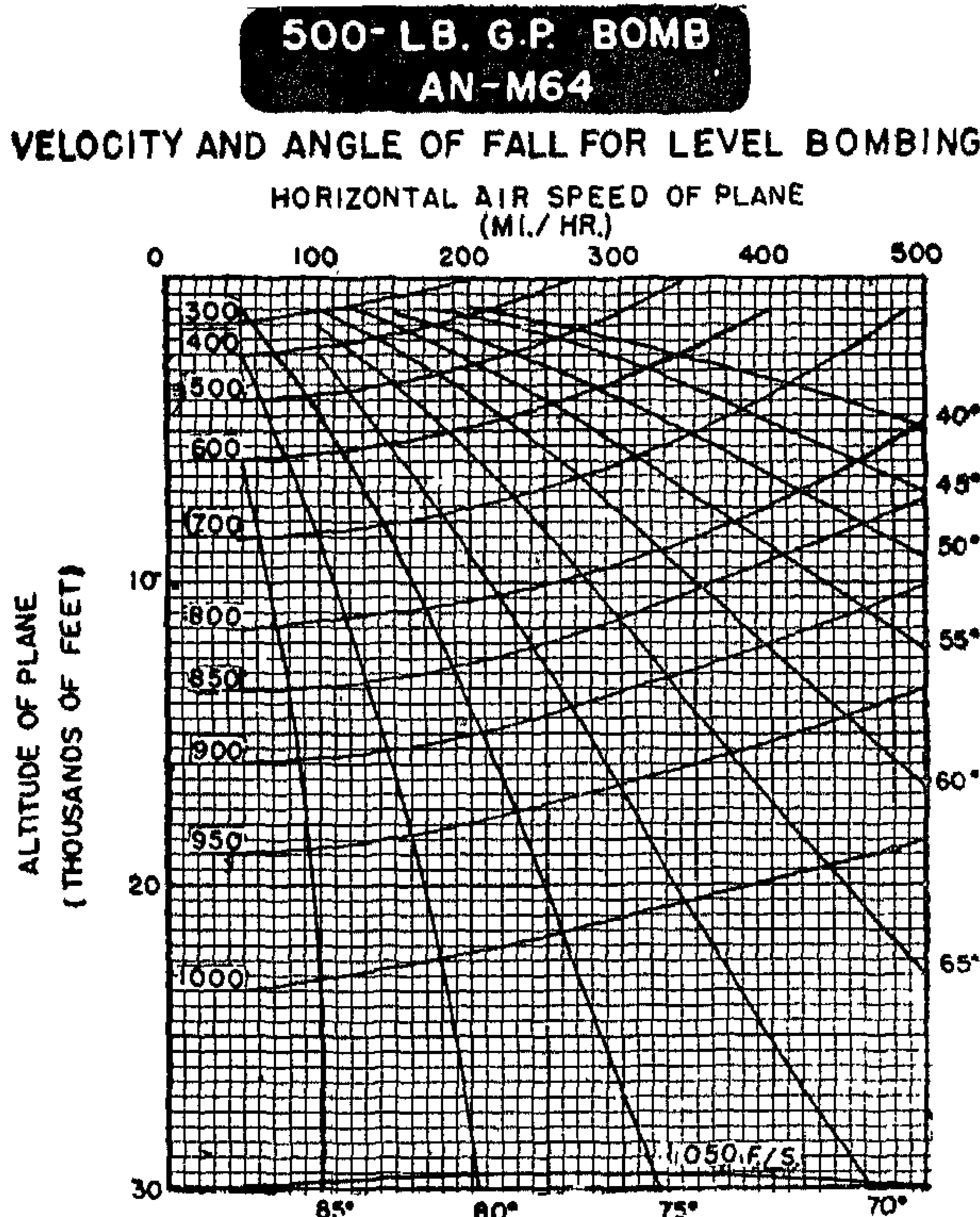
يمكن استخدام الغاز إما برشه من طائلة و بوضعه فى جسم قنبلة لها مشعل وقتى التأثير فى أنفها . وهذه الأنواع من الغازات تقسم إلى قسمين الغازات المستمرة كغاز المستردة أو غير المستمرة كغاز الفوسجين .

وفى حالة استخدام الغازات غير المستمر ، تتكون سحب أو أبخرة فى منطقة الهدف ولكن لا يجب نشرها على مساحات كبيرة حتى تظل مؤثرة ، ويلزم لهذه الأنواع من القنابل وسيلة لتمزيق غلاف القنبلة ويكفى لها أى محطم صغير . أما فى حالة القنابل ذات الغازات المستمرة فيستحسن نشر محتوياتها على مساحة كبيرة ويلزم جهاز تحطيم أكبر لتكسير غلاف القنبلة .

وقنابل الغاز هذه تستخدم لإحداث تأثيرات سامة أو ملهبة . ويستخدم الغاز ضد الأفراد ولتلويث المناطق حتى لا تستخدم ، وإذا استخدم الغاز مع المدمرات الأخرى التى تستخدم فى الهجمات الجوية كانت النتيجة فعالة للغاية .

(هـ) المقذوفات

(ا) مسار المقذوف : تتحرك القنبلة بعد قذفها فى منحنى فإذا كان مسارها فى فضاء فارغ من الهواء كان هذا المنحنى

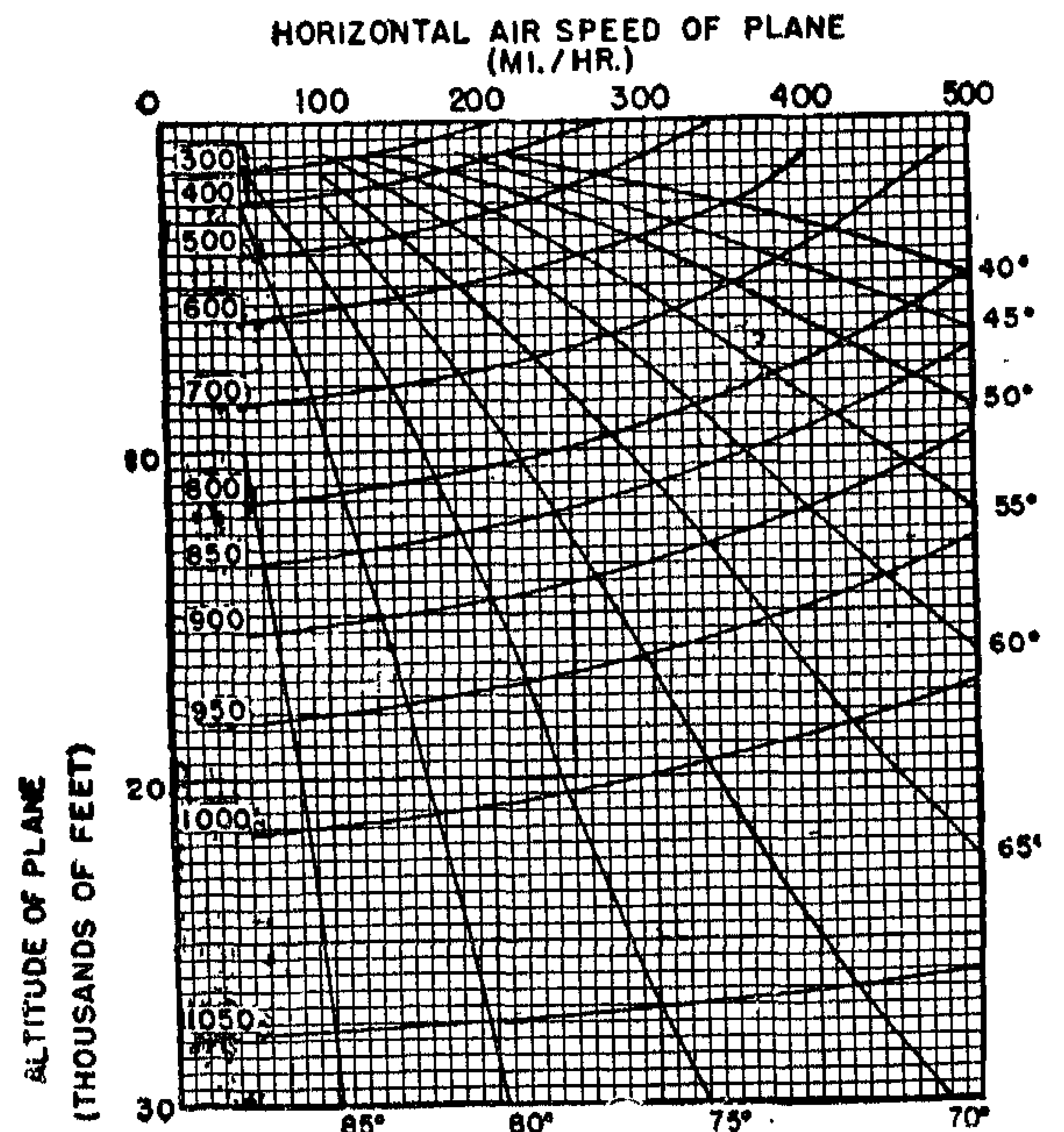


منحنى (١)

قطعاً ناقصاً . أما فى الهواء فإن المنحنى يصبح أكثر انحداراً ، فمقاومة الهواء تقلل كل من السرعة الأفقية والجاذبية الأرضية .

ومسار القنابل الضعيفة كالقنابل الحارقة الخفيفة يصبح بعد بضعة آلاف من الأقدام من سقوطها رأسياً تماماً بينما القنابل الثقيلة بالمفرقعات تسقط فى منحنى يكاد يكون قطعاً ناقصاً .

ومن المعروف أن إلقاء القنابل من ارتفاعات بسيطة يصيب الأهداف بدقة أكثر من تلك التى تقذف من إرتفاعات كبيرة . وهذه العناية بدقة إصابة الهدف تتطلب الطيران المنخفض وفى هذا تضحية كبيرة باستغلال قدرة القنبلة على الاختراق . فمثلا إذا سقطت قنبلة من ارتفاع ٢٠٠٠ قدم من قاذفة قنابل تطير بسرعة ٢٥٠ ميلا فى الساعة (٣٧٠ قدم فى الثانية) فإن السرعة التى تتصادم بها القنبلة بعد سقوطها على جسم ما هى ٦٠٠ قدم فى الثانية . أما إذا سقطت من نفس الطائرة على ارتفاع ٢٥٠٠٠ قدم فإن سرعة التصادم مع الجسم ستصل إلى ١٠٠٠ قدم فى الثانية وسنرى



منحنى (٢)

فيما بعد أنه كلما كبرت سرعة التصادم زادت القدرة على الاختراق .

(ب) زاوية السقوط : Angle of Fall

وهى الزاوية المحصورة بين مسار القنبلة والمستوى الأفقى فى نقطة ما من هذا المسار . وتتوقف هذه الزاوية على سرعة قاذفة القنابل وارتفاعها أثناء إسقاط القنبلة .

يوضح منحنى (١) زاوية السقوط لقنبلة أمريكية زنة ٥٠٠ رطل نصف مدرعة خارقة (S A P) كما يوضح المنحنى (٢) زاوية السقوط لقنبلة أمريكية ٥٠٠ رطل خدمة عمومية .

ولمعرفة زوايا السقوط لقنابل أثقل وزناً من ٥٠٠ رطل ولها نفس الخواص فان زاوية السقوط هى نفس الزاوية للقنبلة ٥٠٠ رطل وبالجملة يمكن استخدام هذين المنحدرين للحصول على زاوية السقوط لمختلف سرعة الطيارة على مختلف الارتفاعات .

مثال لاستخدام هذه المنحنيات :

سقطت قنبلة زنة ٥٠٠ رطل (SAP) من طائرة تسير بسرعة ٢٥٠ ميلا فى الساعة سرعة حقيقية على ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم ، فما هى زاوية السقوط وما هى سرعة الطرق التى تصدم بها هذه القنبلة جسما على سطح الأرض .
من المنحنى (شكل ١) إذا رسمنا خطاً رأسيا من عند الرقم ٢٥٠ على التقسيم الأعلى وخطاً أفقياً من عند الرقم ٢٠ على التقسيم الأيسر فإنهما يتلاقيان فى نقطة .. هذه النقطة قريبة من الخط المائل ٧٥° فتكون زاوية السقوط = ٧٥° تقريباً . كما أن هذه النقطة قريبة من المنحنى الأفقى ١٠٠٠ وقيمتها حوالى ٩٩٥ فتكون سرعة الطرق ٩٩٥ قدم فى الثانية .

مثال آخر : نفس المثال السابق والقنبلة خدمة عمومية . (أى أغراض عامة) فللحل أنظر المنحنى رقم ٢ واتبع نفس الخطوات تجد أن زاوية السقوط هى ٧٥° تقريباً . وأن سرعة الطرق هى ٩٨٠ قدم/ثانية تقريباً .

(جـ) سرعة الطرق : Striking Velocity

وهى السرعة التى تصطدم بها القنبلة سطح جسم ما وتتحكم قيمتها فى مقدرة القنبلة على الاختراق . وتتوقف قيمتها على عدة عوامل هى الارتفاع الذى سقطت منه القنبلة والسرعة التى تسير بها الطائرة لحظة إسقاطها القنبلة ونوع القنبلة وتصل السرعة فى الهواء إلى نهايتها عند ما تعادل مقاومة الهواء قوة الجاذبية الأرضية وتصبح السرعة ثابتة . فالقنبلة قوية الضغط والتأثير تصل السرعة إلى ١٣٠٠ قدم فى ثانية . وعلى كل حال فللحصول على مثل هذه السرعة يجب أن يكون الارتفاع الذى تسقط منه القنبلة ٤٠٠٠٠ أو ٥٠٠٠٠ قدم .

ويوضح المنحنيان (١) و (٢) قيم سرعة الطرق عندما تطير الطائرة بسرع مختلفة وعلى ارتفاعات مختلفة .. وهذه المنحنيات لقنابل ٥٠٠ رطل SAP وخدمة عمومية G.P. وإذا زاد وزن القنبلة عن ذلك مع احتفاظها بنفس الخواص يمكن زيادة السرعة بمقدار ٥ فى المائة من القيمة المحسوبة من المنحنى . (بينما تبقى زاوية السقوط كما هى من المنحنى) هذا وتعمل المنحنيات السالفة أيضاً للصواريخ .

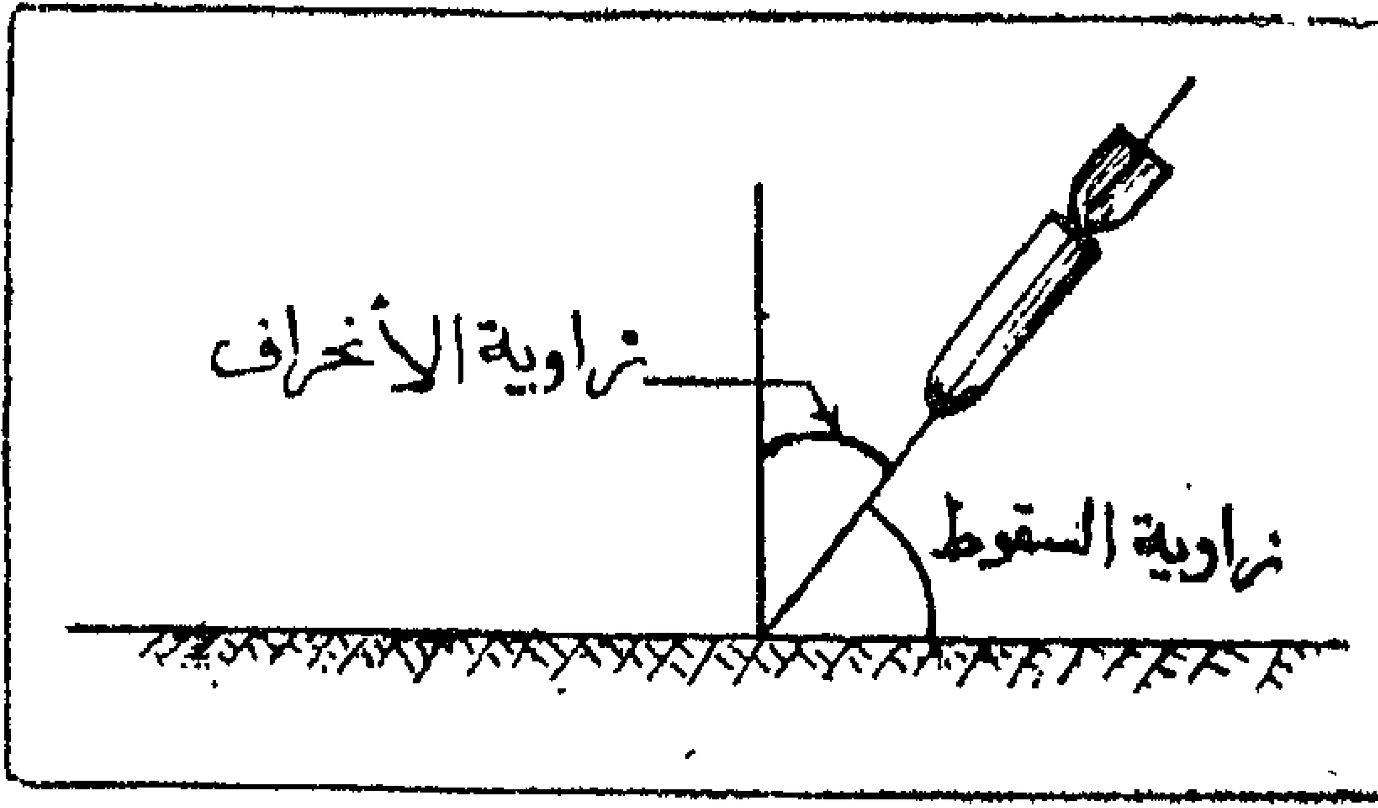
(د) زاوية الانحراف : (Angle of obliquity)

وهى الزاوية المحصورة بين مسار القنبلة والعمودى على السطح الذى سقطت عليه القنبلة فى منتصف دائرة التصادم .

(هـ) زاوية التصادم : (Angle of Impact)

هى الزاوية بين مسار القنبلة وسطح الهدف .

ويوضح الشكل التالى هذه الزوايا (شكل ٨)



(شكل ٨)

— أسلحة أخرى تستخدم فى الهجوم الجوى :

هناك قنابل وأسلحة أخرى غير التى سبق الإشارة إليها تستخدم فى الهجوم الجوى كالقنابل الموجهة والصواريخ بأنواعها والرشاشات التى تركب فى القاذفات والمقاتلات لتستخدم عند الطيران المنخفض .

ومن الجدير بالذكر أن نعرف حمولة الطائرة الفانتوم من القنابل تصل إلى ٨ طن والميراج تصل إلى ٤ طن .

— طرق تصميم المنشئات الواقية :

إن مشكلة دراسة وتحليل تعرض المنشآت لقوى الدفع أو الصدمة الناشئة عن اصطدام القنابل واختراقها له وانفجارها فيه موضوع معقد وهناك عدة طرق للتصميم :

(ا) طريقة التحليل الإنشائى . وهى طريقة تعتبر المنشأة وحدة واحدة مطلوب منه أن تقاوم تأثير القوى الديناميكية الناشئة من هذه الصدمة وتعطى هذه الطريقة أكثر المنشآت اقتصاداً .

(ب) تحويل القوى الديناميكية الناشئة من سقوط القنبلة من ارتفاع ، والناشئة أيضاً من الانفجار إلى قوى استاتيكية مناظرة .

(حـ) طريقة التأثير الوضعى من التصادم وما يعقبه من اختراق فقط أو انفجار أو اختراق وانفجار ، وهى طريقة مبسطة وتعطى أسماكا أكبر بعض الشيء .. إلا أنها مختصرة وآلية تسهل العمل وهى ما سنركز عليه .

الفصل الثالث

تأثير القنابل ومختلف الأساحة

الطاقة الكامنة :

إذا كان من المرغوب استهلاك الطاقة الكامنة لقنبلة تصطدم بسطح ما قبل أن يحدث الانفجار فيجب أن يصمم المشعل ليفجر العبوة بعد أن تصل القنبلة إلى أقصى اختراق لها فى الجسم .

والانفجار النموذجى هو الذى يحدث عند الوصول إلى أقصى اختراق ، إذ قد يحدث لبعض القنابل أن ترتد للخلف بعد استطدامها بجسم قوى المقاومة

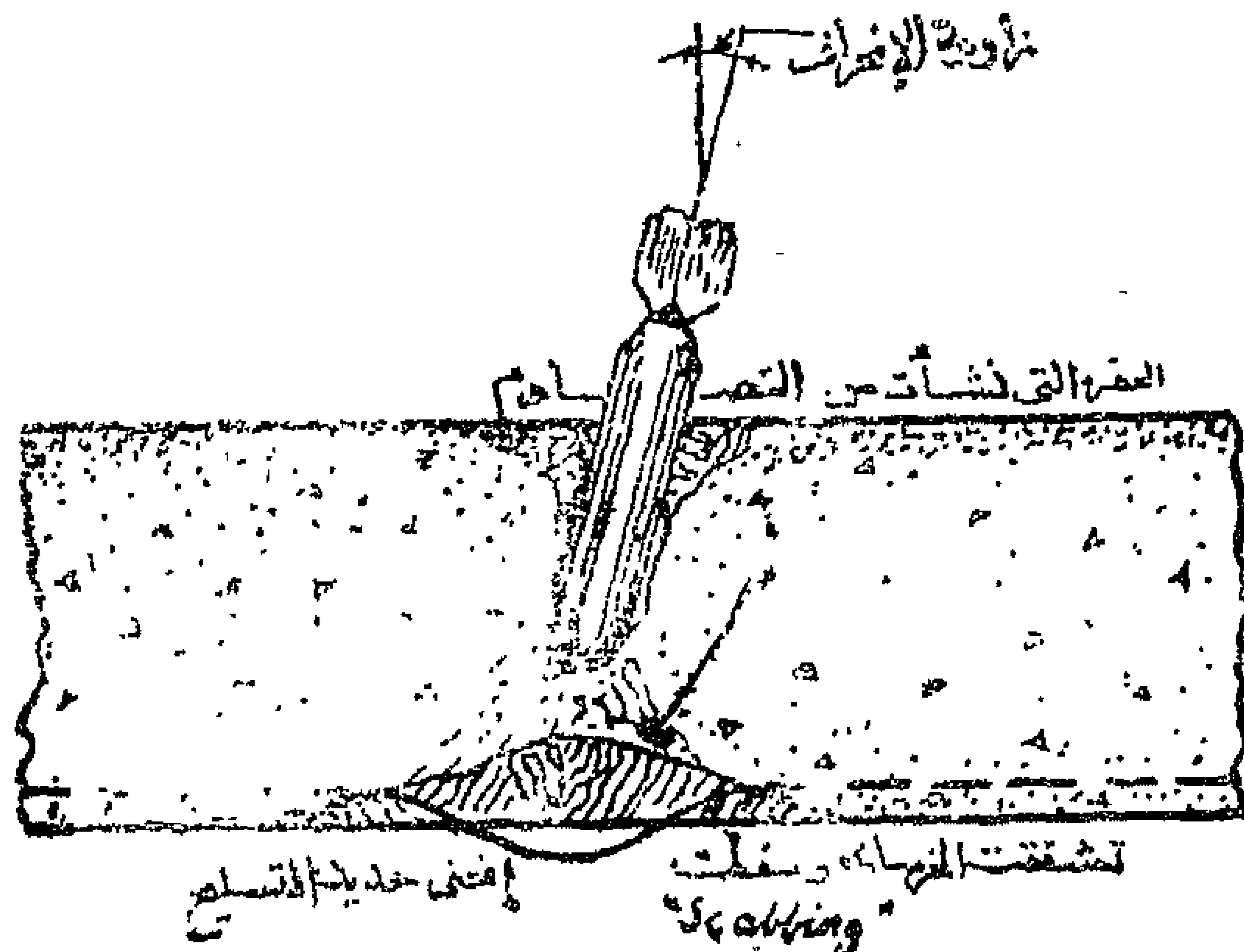
وقيمة الطاقة الكامنة لقنبلة تصطدم بجسم بسرعة كبيرة تعد قيمة هائلة .

وليس عملياً أو صحيحاً أن نصمم المنشآت التى تتحمل مثل هذه الجهود بطرق التصميم العادى وتركز قيمة الطاقة الناشئة فى كل من القنبلة وفى المساحة المجاورة لنقطة التصادم وتضيع هذه الطاقة فى تمزيق غلاف القنبلة وفى بعث حرارة وإجهاد فى المادة المصادمة وفى زحزحة وتشتيت سطح الهدف . ومن تأثيرها أيضاً تفكيك وسحق المواد التى تشبه الخرسانة والصخور والطوب فى نفس نقطة التصادم .

ونظراً للسرعة التصادمية الكبيرة عند الاصطدام بسطح خرسانى فإن الطاقة تستهلك فى تأثير موضعى عند منطقة التصادم . وعلى حسب طبيعة قوة الدفع تنتقل كمية من الطاقة إلى مختلف أجزاء المنشأ وتختلف قيمتها وطريقة توزيعها فى هذه الأجزاء باختلاف قوة الدفع . وكقاعدة عامة كلما زاد الزمن الذى يحدث فيه الدفع كلما زادت كمية الطاقة التى تتوزع داخل المنشأ .

وفى الأسقف القليلة السمك نجد أن الخسائر الناشئة من التصادم قليلة جداً وكل ما هناك أن الثقب الناشىء يكون أكبر من قطر القنبلة .

وقد يسبب الدفع ما يسمى بالتشقق (Scabbing) عندما يصل إختراق القنبلة إلى نصف سمك السطح كما فى الشكل(٩) .



شكل (٩)

تأثير الطاقة على المنشآت :

رغم أن الطاقة الكامنة الناشئة كبيرة القدار فإن ما يصحبها من تصادم ليس بالخطورة الكبيرة فقد أثبتت التجارب أن انحناء المنشأ ليمتص هذا التصادم ، ليس كبيراً كما أثبتت التجارب أيضاً أن المنشآت الخرسانية السميكة تمتص الطاقه بلا انهيار وذلك رغم ضخامة هذه الطاقة التى يمكن أن نتصورها من مثال بالأرقام .

ما هى الطاقة الكامنة لقنبلة كانت سرعة تصادمها « طرقها » ١٠٠٠ قدم/ثانية وكان وزنها ٦٤٫٤ رطلا .

$$\text{الطاقة الكامنة} = ١/٢ \text{ ك ع}^{٢} = ١/٢ \text{ ع}^{٢} \times \frac{\text{الوزن}}{\text{العجلة الأرضية}}$$

$$= ١/٢ \times ١٠٠٠^{٢} \times \frac{٦٤٫٤}{٣٢٫٢} = ١٠٠٠٫٠٠٠ \text{ قدم رطل}$$

ونتيجة للتصادم الناشىء تزداد الجهود fibre stresses عند نقط ارتكاز الكمرات الخرسانية supports إلى عشرة أضعاف الجهود العادية . ورغم ضخامة الجهود الناشئة stresses فإن الإجهاد المترتب strain على ذلك أقل من الناشىء من الأحمال العادية الأخرى (static — loads) .

الاختراق :

يتوقف اختراق القنبلة على عدة عوامل مختلفة يمكن تلخيصها فى الآتى :

١ — الضغط Sectional Pressure ويعرف هنا بنسبة ثقل القنبلة بالرطل إلى مساحة أكبر قطاع لها بالبوصة المربعة .

٢ — سرعة الطرق Striking Vilocity .

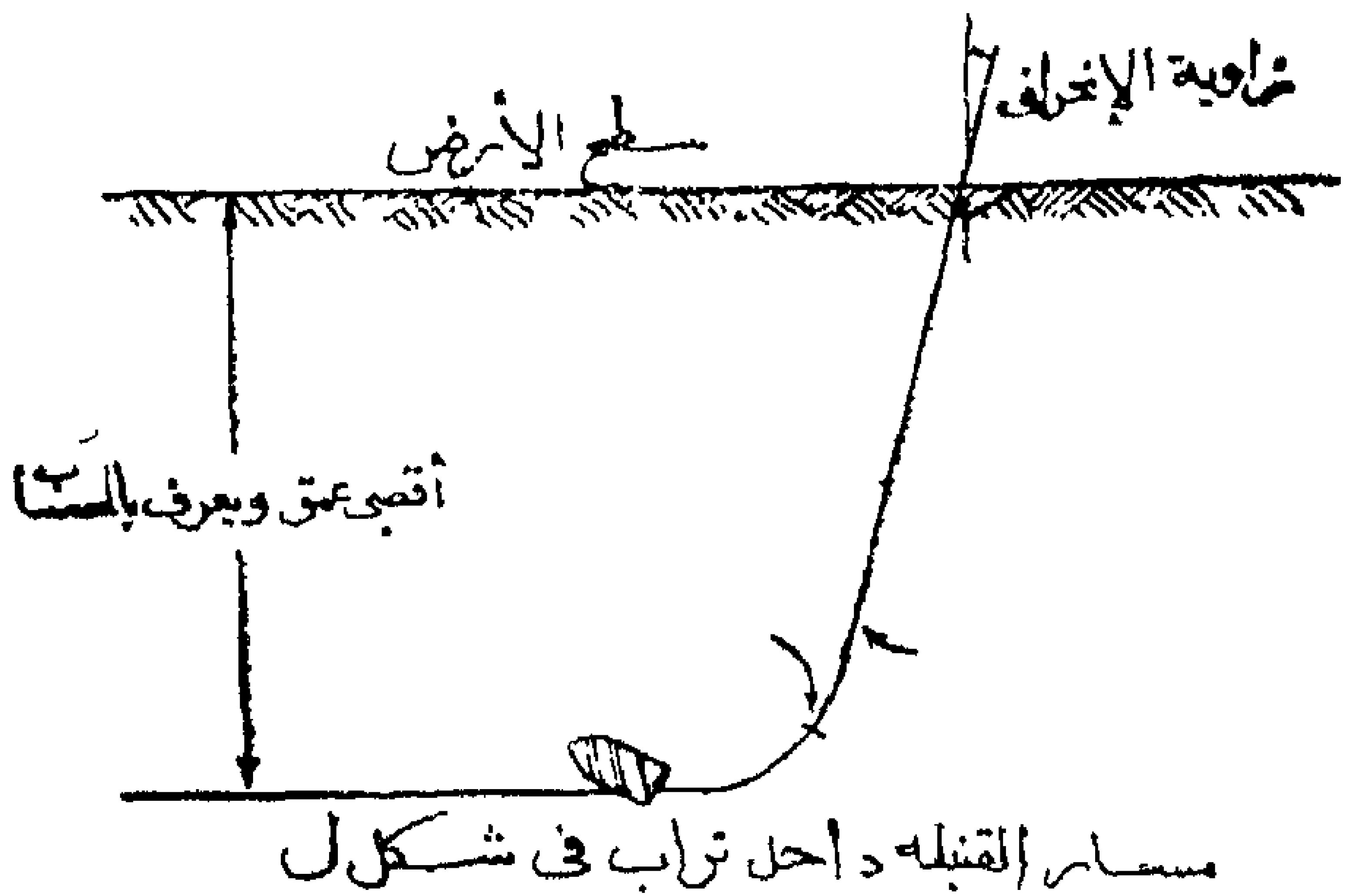
٣ — زاوية الانحراف Angle of obliquity .

٤ — قوة غلاف القنبلة

٥ — خواص المادة أو السطح الذى تسقط عليه القنبلة .

٦ — خواص المشعل وهل هو وقتى الإشعال أم مؤجله بحيث يسمح للقنبلة بإتمام الاختراق قبل تفجيرها .

وتسير القنبلة داخل المادة التى تخترقها فى المسار الذى يقاومها أقل مقاومة Least resistance على ذلك نجد أن القنبلة عند ما تصطدم بسطح الأرض تأخذ مساراً على شكل حرف « ل » ويبتعد هذا المسار عن شكل الخط المستقيم تدريجياً كلما اخترقت القنبلة عدة مواد مختلفة المقاومة .



شكل (١٠)

ونتيجة للتجارب المتتالية أمكن استنباط معادلة لحساب سمك الخرسانة المسلحة الذى يقاوم اختراق القنابل المختلفة التى تختلف أثقالها من ١٠٠ رطل إلى ٢٠٠٠ رطل والتى تقاوم مقذوفات يتراوح عيارها من ٠,٣٠ فى البوصة حتى ١٦ بوصة .

— الخرسانة وحساب السمك اللازم للاختراق وتصحيحه .

(ا) المعادلة التى استنبطت نتيجة للتجارب (Imperical) لاختراق القنابل AP , SAP وكافة المقذوفات فى الخرسانة المسلحة هى حتى عيار ٢٠٠ رطل وللصواريخ حتى ١٦ بوصة

المعادلة رقم (١)

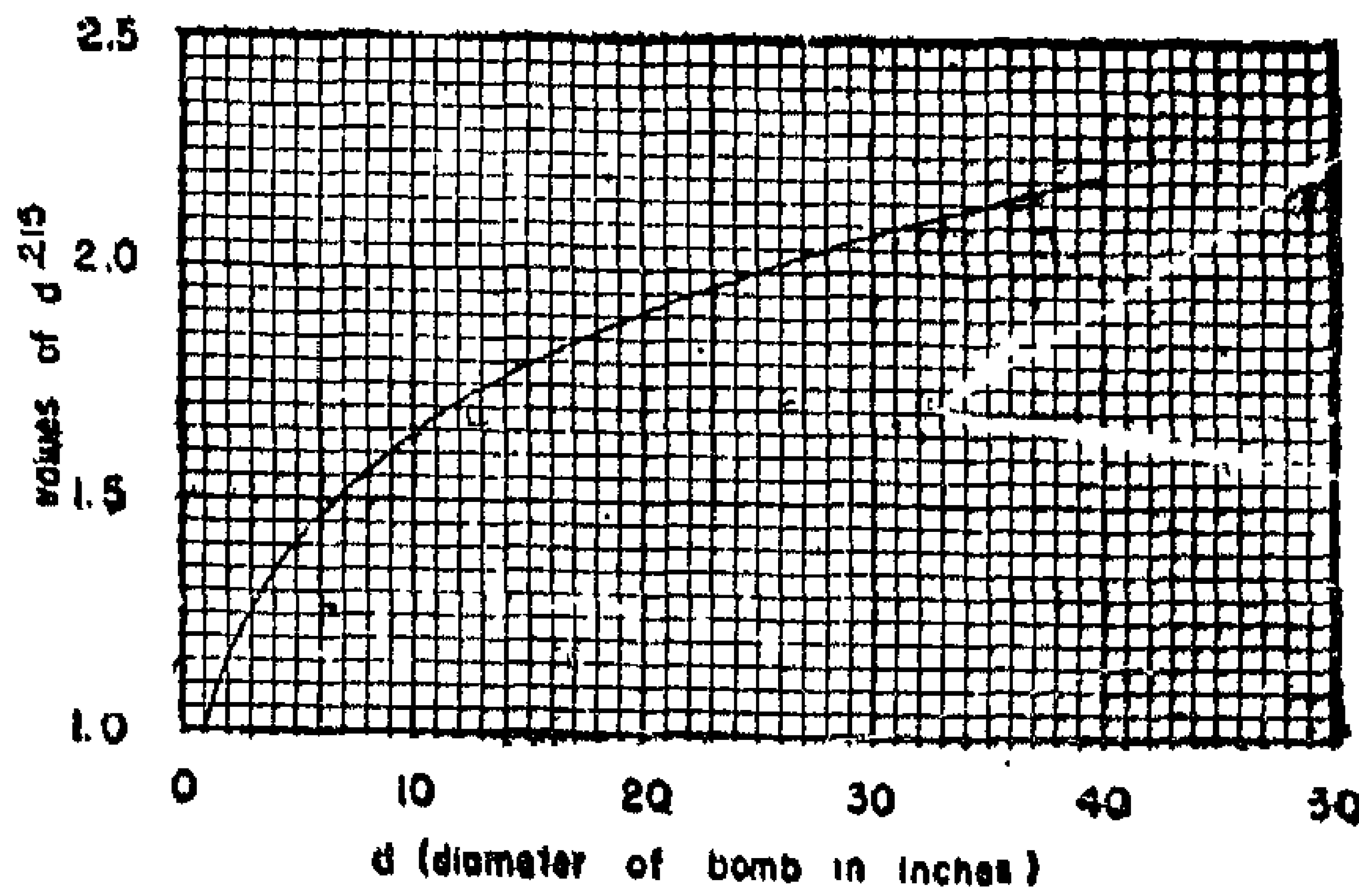
$$X = \frac{222 \times p \times (V)^{1.5} \times (d)^{.215}}{r} + \frac{d}{2}$$

حيث

$$p = \frac{\text{وزن القنبلة بالرطل}}{\text{مساحة أكبر قطاع بها بالبوصة المربعة}}$$ وتوجد قيمتها فى الجدول رقم (١) .

d = قطر القنبلة أو المقذوف بالبوصة وتوجد قيمتها فى نفس الجدول رقم (١) .

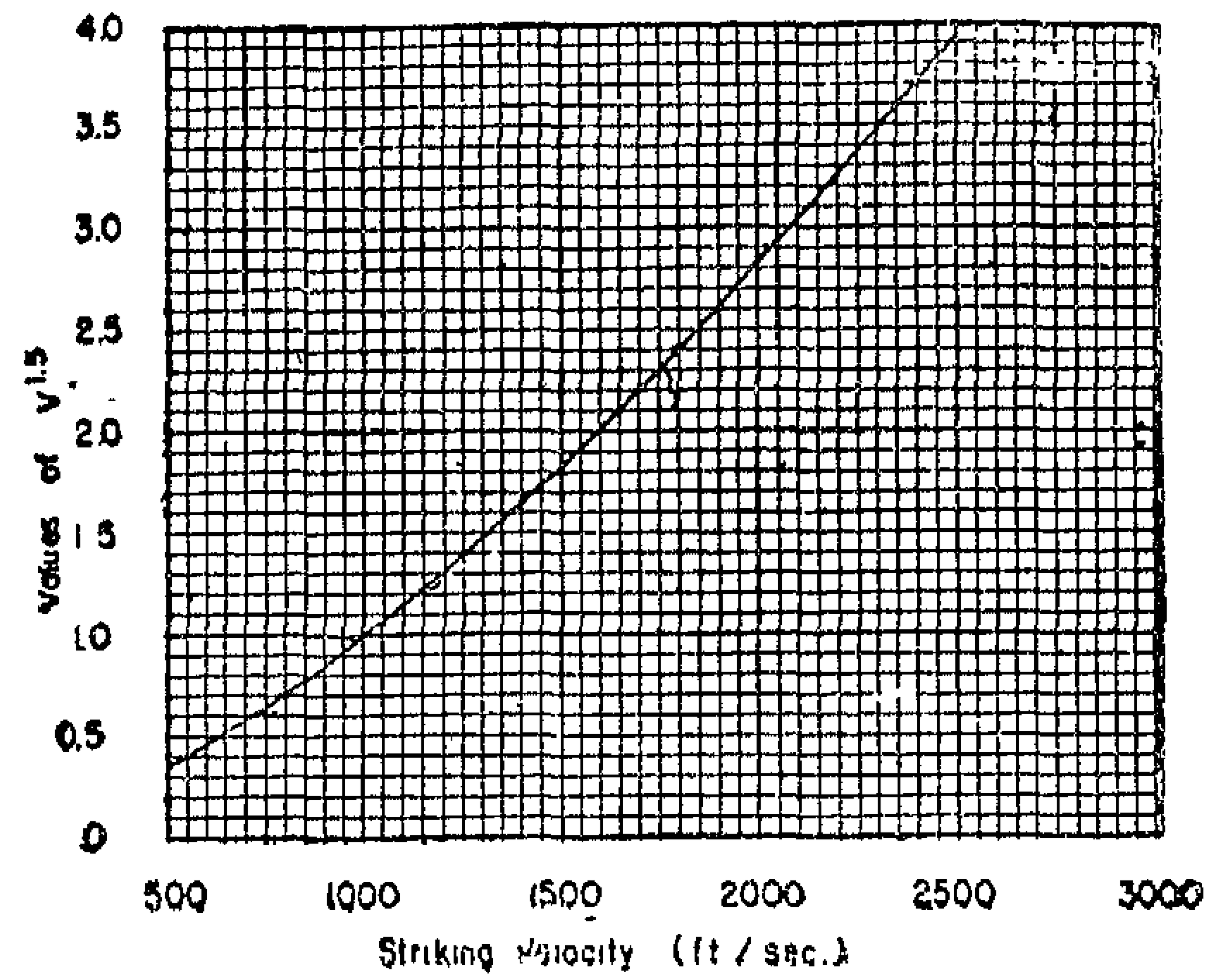
$(d)^{.215}$ = قيمة القطر مرفوعاً إلى أس (٠,٢١٥) تحسب بعد معرفة القطر بالمسطرة الحاسبة أو تحسب للسهولة من المنحنى شكل (٤) .



(منحنى رقم ٤)

r = قيمة الجذر التربيعى لجهد الضغط للخرسانة وتوجد قيمتها لمختلف جهود الضغط للخرسانة فى الجدول رقم (٢) .

v = سرعة الطرق وتحسب كالأمثلة السابقة من المنحنيات شكل (١ و ٢) وتقسم على ١٠٠٠ أى إذا كانت السرعة ١١٠٠ قدم/ثانية تكتب ١,١ وللحصول على قيمتها مرفوعة للأس ١,٥ يمكن إيجاد القيمة مباشرة من المنحنى شكل (٣).



(منحنى رقم ٣)

مثال :

سقطت قنبلة زنة ٥٠٠ رطل نصف خارقة للدروع (S.A.P.) من طائرة تبلغ سرعتها ٣٥٠ ميلاً فى الساعة على ارتفاع ٢٠,٠٠٠ قدم . وكان سقوطها فوق سطح خرسانى جهد الضغط لها ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة . أحسب سمك الخرسانة الذى يكفى لعدم حدوث تشرخ بعد اختراق القنبلة .

الحل :

من الجدول رقم (١) نجد أن :

d = ١١,٨ بوصة ($d^{.215}$ = ١,٧ من شكل ٤)

كذلك p = ٤,٦٢ (من الجدول ١) .

ومن الجدول رقم (٢) نجد أن :

r = ٥٤,٨

ومن المنحنى (١) نجد أن سرعة الطرق التى تتسبب من سرعة طيران مقدارها ٣٥٠ ميل فى الساعة وارتفاع ٢٠,٠٠٠ قدم هى :

V = ١٠٠٥ قدم/ثانية وتكتب هكذا (١,٠٠٥)

(ومن نفس الشكل نجد أن زاوية الانحراف = ٢١° وستستخدم فيما بعد)

$V^{1.5}$ = ١,٠ من منحنى (٣)

وبتطبيق المعاملة نجد السمك كالآتى :

$$X = \frac{222 \times P \times d^{.215} \times V^{1.5}}{r} + \frac{d}{2}$$

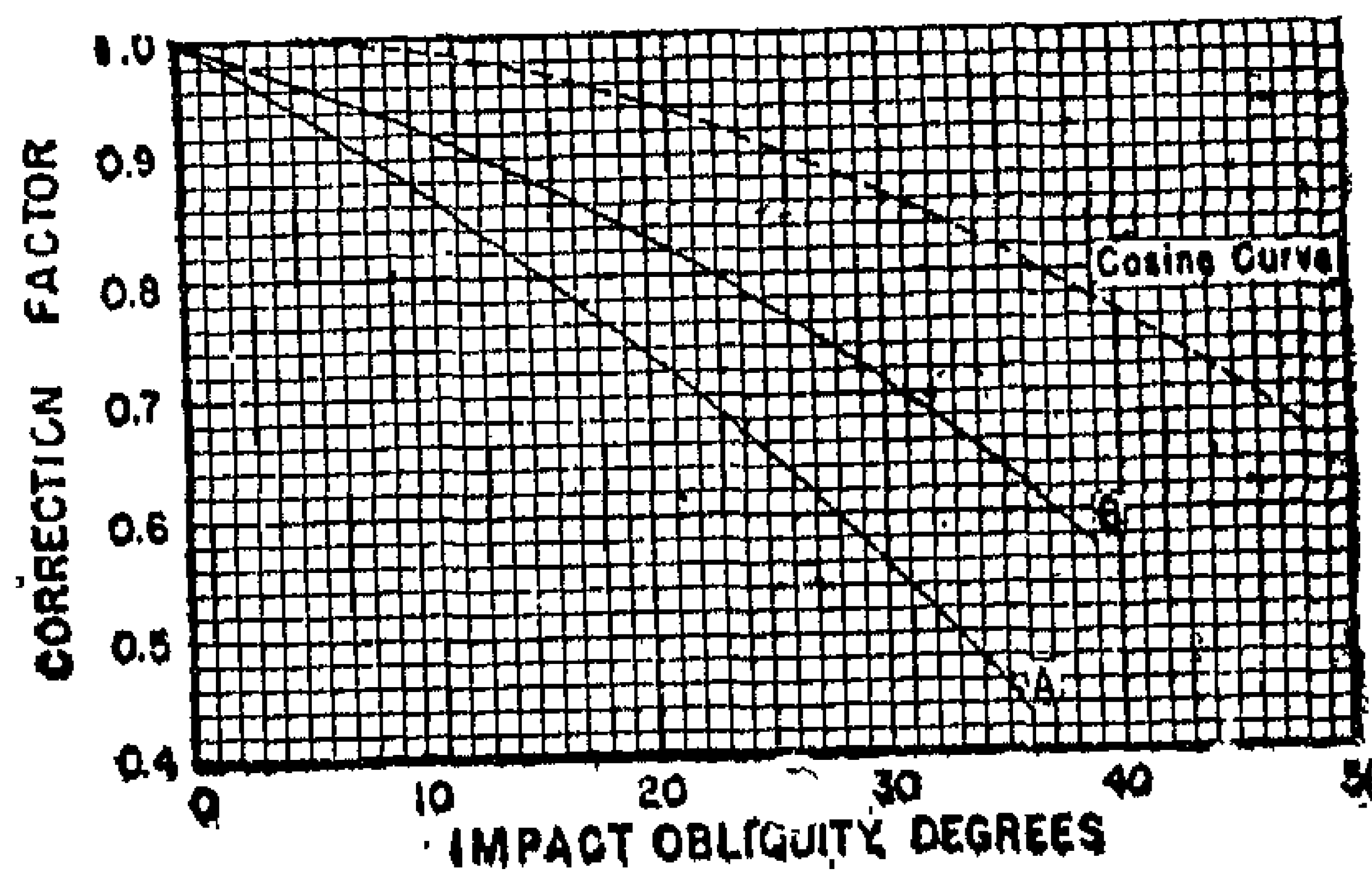
وهذا يساوى :

$$\frac{٢٢٢ \times ٤,٦٤ \times ١,٧ \times ١}{٥٤,٨} + \frac{١١,٨}{٢}$$

= ٣٢ + ٥,٩ = ٣٧,٩ بوصة

وبعد هذا قد نتساءل هل هذا هو السمك المطلوب للخرسانة ؟ والجواب أن المسألة لم تكتمل بعد . فما وصلنا إليه خطوة من خمس خطوات إلى الحل والسمك ٣٧,٩ ما هو إلا السمك الذى تستطيع القنبلة اختراقه قبل أن تنفجر داخل الخرسانة حسب على أساس أن القنبلة سقطت رأسية أى زاوية انحرافها صفر ولكن الحقيقة أن القنبلة تسقط دائماً بميل بزاوية انحراف تبلغ فى مسألتنا هذه كما سبق فى شكل (١) ؟ ٢١° .. ومن ثم فإن القيمة الحقيقية للسمك الذى تستطيع القنبلة اختراقه بعد أن سقطت منحرفة هو فى الواقع أقل من ٣٧,٩ .

ومن هنا يلزم عمل تصحيح نتيجة هذا الميل ويوضح منحنى (٥) التصحيح الذى سيترتب عليه تقليل السمك وقد يكون النقص فى السمك أكثر من علاقة جيب التمام التى وضحت على الشكل أيضاً للمقارنة .



(منحنى رقم ٥)

ولمعرفة كيف يمكن استخدام هذا المنحنى لإجراء التصحيح اللازم نجد أن المنحنى A للسرعة حتى ١٠٠٠ قدم ثانية والمنحنى B للسرعة ٢٥٠٠ قدم/ثانية .

وفى حالتنا هذه سبق أن حسبنا سرعة الطرق ١٠٠٥ قدم / ثانية فباستخدام المنحنى — وعند زاوية إنحراف قدرها ٢١° — نجد أن معامل التصحيح هو ٠ر٧٢ عند المنحنى A أى أن السمك اللازم هو فقط ٠ر٧٢ من السمك السابق حسابه ، فتكون الخطوة الثانيه إذاً هى حساب السمك بعد تصحيح الانحراف ويبلغ قيمته ٠ر٧٢ × ٣٧ر٩ = ٢٧ر٣ بوصـه .

أن الرقم ٢٧ر٣ بوصه هو السمك الذى تستطيع القنبلة السالفة إذ اصطدمت به بزاوية انحراف ٢١° (أو بزاوية سقوط ٦٩°) أن تخترقه قبل أن تنفجر ولـكن الذى يحدث فعلا أن القنبلة تنفجر بعد هذا السمك فتدمر ماتحتها ومن ثم يلزمنا أن نحسب السمك اللازم لمقاومة هـذا الانفجار بعد أن احتسبنا السمك اللازم للاختراق على أساس سقوط القنبلة رأسية كالمعادلة وكان ٣٧ر٩ بوصه ثم صححناه نتيجة للواقع أى نتيجة لسقوطها بزاوية انحراف فـكان ٢٧ر٣ .

ولدراسة السمك اللازم لمقـاومة الانفجار تبرز لنا الخطوة الثالثة .

(ب) حساب السمك اللازم للانفجار بعد الاختراق :
ويحسب بمعادلة كتبت بعد تجارب طويلة Impercial وهى :

$$\frac{P_e}{d} = 6100 \left(\frac{W}{d^3}\right)^4$$

حيث P_e = الاختراق بالبوصة نتيجة الانفجار
d = قطر القنبله كما هو بالجدول رقم ١
W = وزن العبوة داخل القنبلة بالرطل كما هو بالجدول ١

وسنجد أن السمك اللازم لمقاورمة الانفجار أصغر قيمة من السمك اللازم للاختراق الناشىء من التصادم والسابق حسابه بالخطوات الاولى والثانية وتعطى هذه المعادلة السمك بالنسبة إلى القطر ولهذا سبب سنعرفه فيما بعد . وإن شئت السمك بالبوصه فنستطيع أن نضرب النتائج — فى القطر .
ولتطبيق هذه المعادلة نعود إلى مثالنا السابق فنجـد الآتى :

من الجدول (١)
d = ١١ر٨ بوصه
W = ١٥٠ رطل

فيـكون السمك أو على الأصح نسبة السمك للقطر ويسمى هذا بالسمك العيارى أى السمك بالنسبة لمعيار القنبلة الذى هو قطرها

$$\frac{P_e}{d} = 6100 \left(\frac{150}{11.8}\right)^4$$

$$= 6100 \left(\frac{150}{6640}\right)^4 = 6100 \text{ X. } 00000025$$

$$= .001525$$

فـكأن السمك اللازم للانفجـار سمـكا عياريا = ٠ر٠٠١٥٢٥ أى السمك بالنسبة للقطر وبعبارة أخرى هذا السمك بالبوصات .

= ٠ر٠٠١٥٢٥ × ١١ر٨ = ٠ر٠١٨ بوصة .
وهو سمك تافه فى هذا المثال كما ترى :

ولنأخـذ مثلا آخر :

اصطدمت قنبله خـدمة عمـومية زنة ١٠٠٠ رطل (G.P...) بسطح خرسانى وانفجرت بعد أن وصلت إلى أقصى اختراق لها . أحسب السمك الاضـافى لمقاومة الانفجار بالبوصات.

الحل : واضح من المطلوب إننا لن نحسب السمك اللازم للاختراق السابق حسابه بالخطوتين الأولى والثانيه . إنما سنحسب فقط السمك اللازم لمقاومة الاختراق .

من الجدول (١) نجد أن :

وزن العبوة .W = ٥٤٧ رطل

القطر بالبوصة d = ١٨,٨ بوصة

فيكون السمك العيارى أى بالنسبة للقطر

$$\frac{P_e}{d} = 6100 \left(\frac{W}{d^3}\right)^4$$

أو بمعنى آخر السمك بالبوصات

$$P_e = 6100 \left(\frac{W}{d^3}\right)^4 \times d$$

أى = ٦١٠٠ × $\left[\frac{٥٤٧}{(١٨ر٨)^٣}\right]^٤$ × ١٨ر٨

= ٦١٠٠ × ٠٠٠٠٤٦٢ر٠ × ١٨ر٨ = ٤ر٢٦ بوصة

(ج) السمك اللازم لمنع التشقق (الخطوة الرابعة)

بعد أن تخترق القنبلة السطح فى سمك سبق حسابه بالخطوتين الاولى والثانية تنفجر فى مسافة دائرية فى سمك حسبناه بالخطوة الثالثة . وبجمع هذين السمكين ينتج لنا السمك الذى عنده نهاية الاختراق والانفجار ولكن السطح السفلى لهذا السمك قابل للتناثر والتشقق والحديد فيه قابل للانحناء . ومن ثم لا بد من حساب السمك الذى يمنع هذا التشقق (Scabbing) .

ويوضح منحنى (٦) طريقة حساب السمك اللازم للتشقق . والرقم الناتج هو السمك العيارى أى بالنسبة لقطر القنبلة .

ولنرى الآن كيف تستخدم المنحنى .

فى مثالنا الرئيسى : وجدنا من الخطوة الأولى والثانية أن السمك اللازم للاختراق كان ٢٧ر٣ بوصة أى

= ٢٧ر٣ / ١١ر٨ = ٢ر٣١ سمكا عيارياً (حيث ١١ر٨ هى قطر القنبلة) .

وكان السمك العيارى الناشىء من الإنفجار = ٠,٠٠١٥٢

فيكون مجموع السمكين = ٢ر٣١ + ٠,٠٠١٥٢ = ٢ر٣١١٥٢ وبالرجوع إلى منحنى (٦) إذا أقمنا عموداً من الأفقى ٢,٣١ حتى المستقيم الخاص بالتشقق (الأعلى) تلاقى معه عند القراءة الرأسية ٥ر٣ فيكون السمك اللازم للتشقق أيضاً (بما فيه الأسماك السابقة طبعاً) هو ٥ر٣ سمكا عيارياً أى بالنسبة لقطر القنبلة .

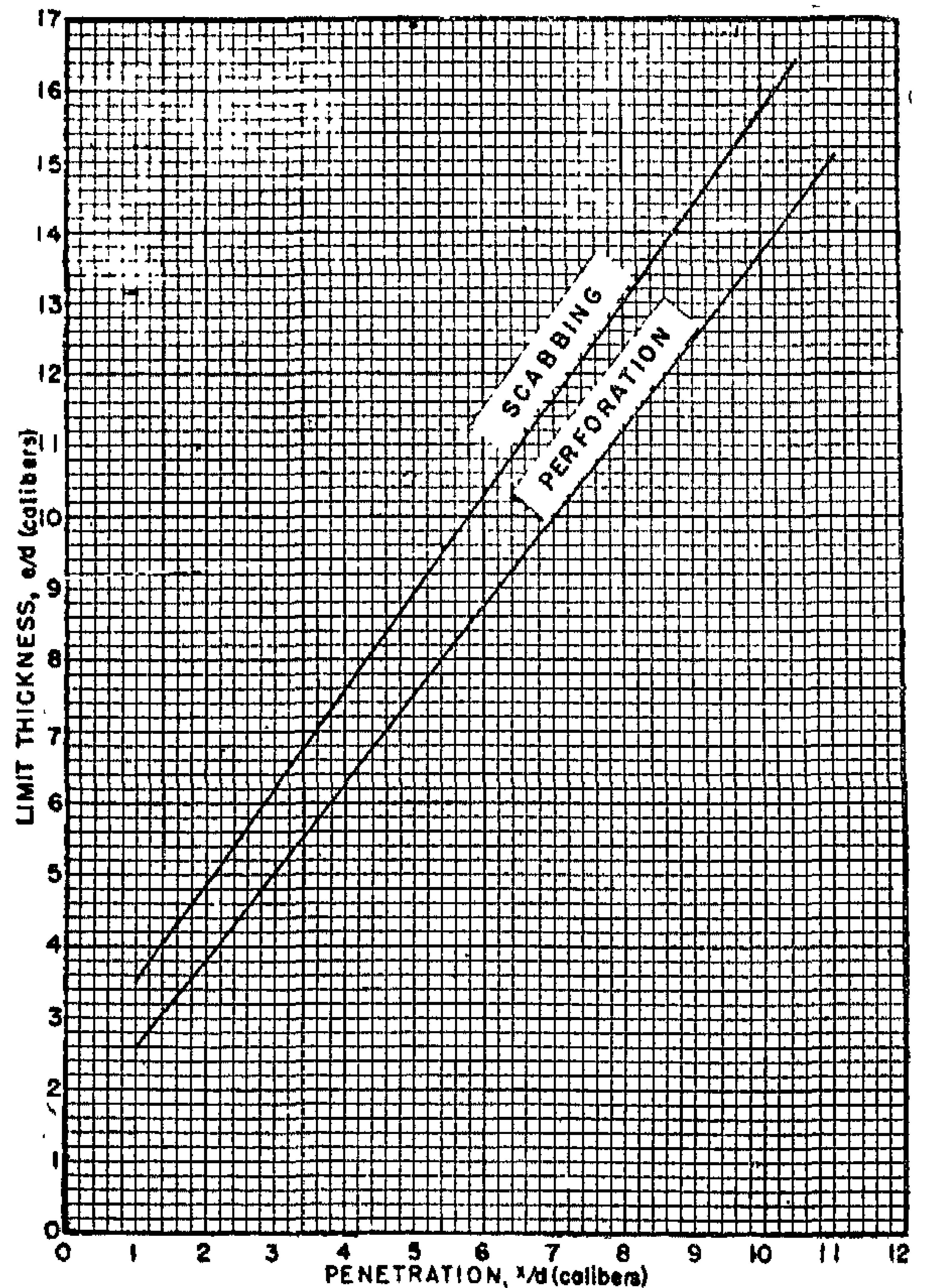
أى = ٥,٣ × ١١,٨ = ٦٢ر٦ = ٦٣ بوصة .

ولزيادة الاحتياط تتخذ خطوة خامسة وأخيرة وفيها يزاد السمك بنسبة ١٥ فى المائة .

فيكون السمك النهائى للخرسانة = ٥٢ر٦ × ١ر١٥ = ٧٢ بوصة = ٦ قدم وعلى ذلك فالمثال الذى بدأناه يلزمنا سقفاً خرسانياً سمكه ٦ أقدام حتى يسمح بالاختراق والانفجار بعد الاختراق دون أن يحدث هناك تشققاً فى السطح السفلى للخرسانة .

ولتزداد تفهمها المنحنى (٦) :

إذا افترضنا أن قنبلة قطرها ١٢ بوصة وأن السمك اللازم لاختراقها هو ٣٠ بوصة .. فيكون قيمة السمك بالنسبة



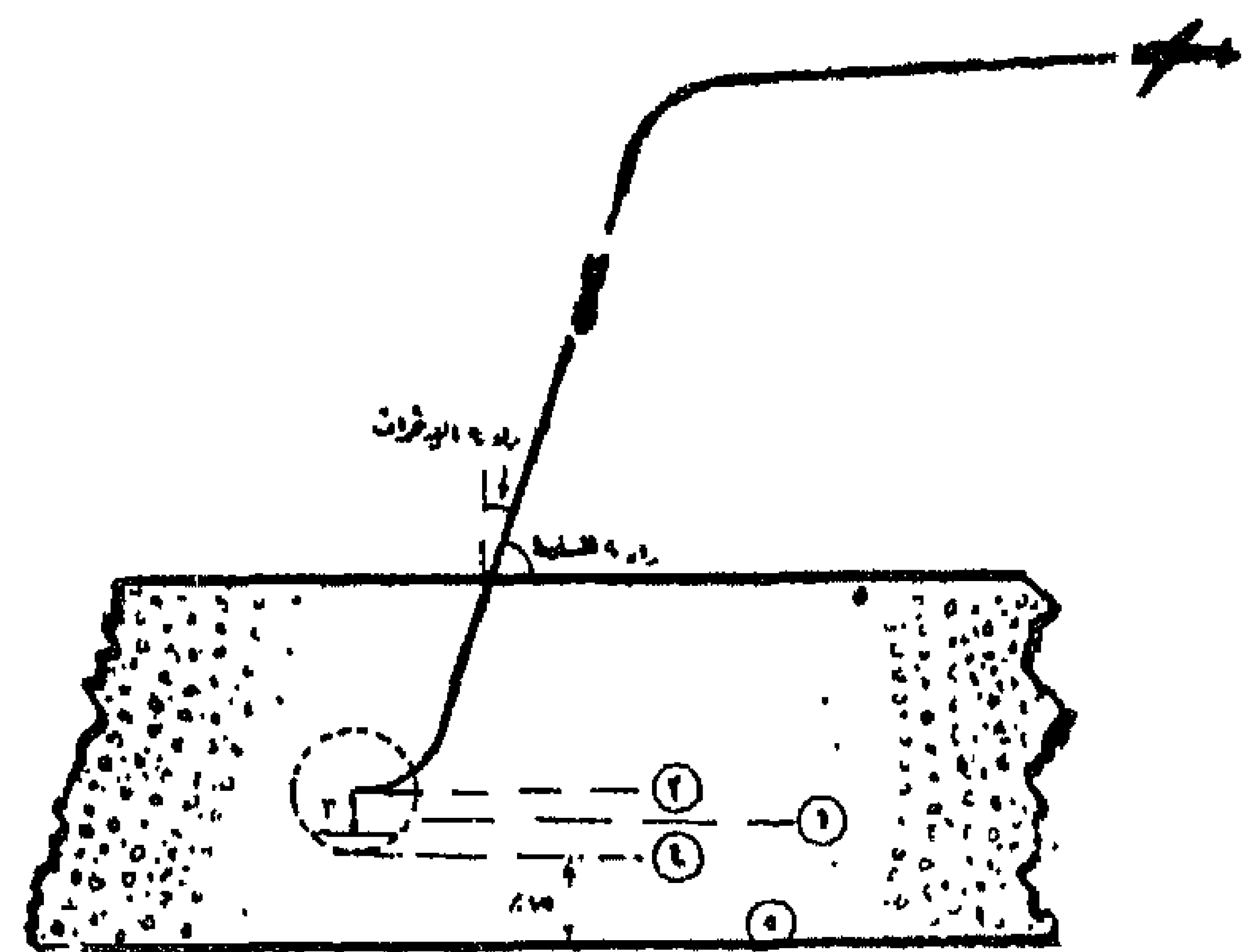
Relation of penetration to perforation and scabbing limit thicknesses.

منحنى ٦

للقطر ٣٠ ÷ ١٢ = ٢٫٥ سبكا عيارياً .. ولو أخذنا فى المنحنى خطاً رأسياً عند الرقم ٢٫٥ نجد أنه تحت نفس كمية التصادم والظروف يلزمنا سقف سمكه ٤٫٤ سمكا عيارياً أى ٤٫٤ × ١٢ = ٥٣ بوصه وهو مايلزم القنبلة للاختراق فقط بينما يلزمنا سقف سمك ٥٫٥ سمكا عيارياً أى ٥٫٥ × ١٢ = ٦٦ بوصة . وهذا السمك يظهر على نهايته كمية بسيطة من التشقق .

الخلاصة :

يمكن تلخيص الخطوات اللازمة لحساب السمك اللازم من الخرسانة الذى يحول دون نفاذ قنبلة ساقطة من طائرة فى خمس خطوات :



شكل (١١)

الخطوة الأولى : وفيها يحسب السمك الذى يكفى لاختراق القنبلة أى لوصولها إلى أقصى اختراق لها ويحسب السمك بالمعادلة .

$$X = \frac{222 \times P \times d^{.215} \times V^{1.5}}{r} + \frac{d}{2}$$

على أساس أن القنبلة تسقط رأسياً دون أى ميل لأن المعادلة وضعت على هذا الأساس .

الخطوة الثانية : ماهى إلا تصحيح للمعادلة على أساس أن القنبلة تسقط فى الواقع بميل يمكن احتساب زاويته ومن ثم فان السمك يقل .

الخطوة الثالثة : ويحتسب فيها السمك اللازم للانفجار بعد أن تصل القنبلة إلى أقصى اختراق لها فالمعروف أن القنبلة لكى تعطى أحسن نتيجة يجب أن تنفجر بعد وصولها إلى أقصى اختراق ، وهذا الانفجار يلزمه سمك يحسب بالمعادلة الخاصة $\left(\frac{P_e}{d}\right) = 6100\left(\frac{W}{d^3}\right)^4$ وبجمع السمكين ينتج السمك اللازم للاختراق والسمك اللازم للانفجار .

الخطوة الرابعة : وفيها نقول أنه رغم حسابنا للسمك اللازم إلا أنه من المحتمل حدوث تشقق .. ومن ثم فبمعرفة مجموع الأسماك السابقة يمكن من المنحنى (٦) الحصول على السمك النهائى الذى يمنع التشقق بما فيه الأسماك السابقة .

الخطوة الخامسة : زيادة ١٥ ٪ إحباط .

مثال للحل :

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطل خ.ع من ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم من طائرة تسير بسرعة ٣٥٠ ميل ساعة (سرعتها فى الهواء) فوق سقف من الخرسانة التى يبلغ جهد الضغط لها ٣٠٠٠ رطل على البوصة المربعة ماهو السمك الذى يجب أن تكون عليه الخرسانة حتى لايحدث لها تشقق .

القنابل والمواد الأخرى :

(أ) الاختراق فى التراب والصخر والمواد الأخرى :

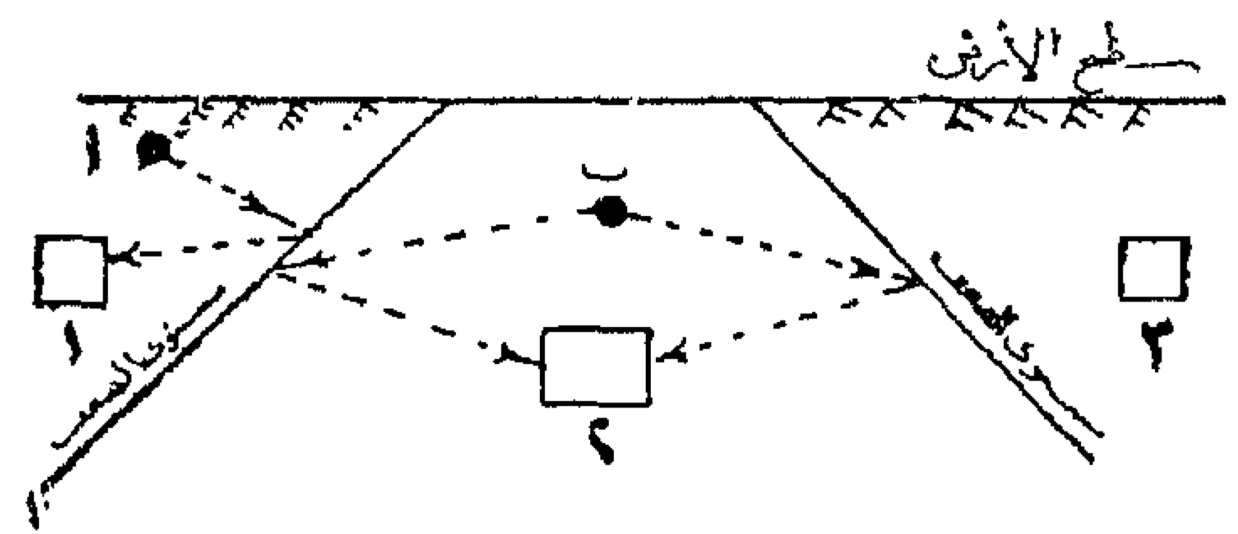
تختلف قدرة اختراق مقذوف ما فى مادة ما (خلاف الخرسانة) على نوعها وحالتها ، كما تتوقف أيضاً على المقذوف نفسه من ناحية شكله ووزنه وقطره ومقطعه وسرعة الصدم وزاوية الانحراف إلا أن العامل المهم هو فى الواقع حالة المادة نفسها فالمقدرة على الاختراق فى تربة ضعيفة المقاومة أسهل من خمس إلى عشر مرات من المقدرة على اختراق طبقة حجرية مثلا . ويمكن على العموم أن نخرج بالخلاصة التالية :

١ — إذا تساوت مادتان فى الكثافة فان الاختراق يكون أكثر وأسهل فى ذات الحبيبات الأنعم .

٢ ـ يقل الاختراق كلما زادت كثافة المادة أى كلما كانت المادة أكثر انضغاطاً .

٣ ـ تزداد القدرة على الاختراق بزيادة كمية المياه فى المادة .

وفى حالة المناطق الصخرية تتحكم الخواص الجيولوجية للصخر فى مقدرة المقذوف على الاختراق وأهم عاملان يتحكمان فى هذا هما متانة الصخر أو ليونته ثم مدى تواجد المستويات التى تفصل بين الصخور والتى تسمى (بمستويات الضعف) فكلما كثر تواجد هذه المستويات كلما سهل اخترق المقذوف للصخر . وواضح أنه كلما ازداد سمك الصخر زادت مقاومته للاختراق .

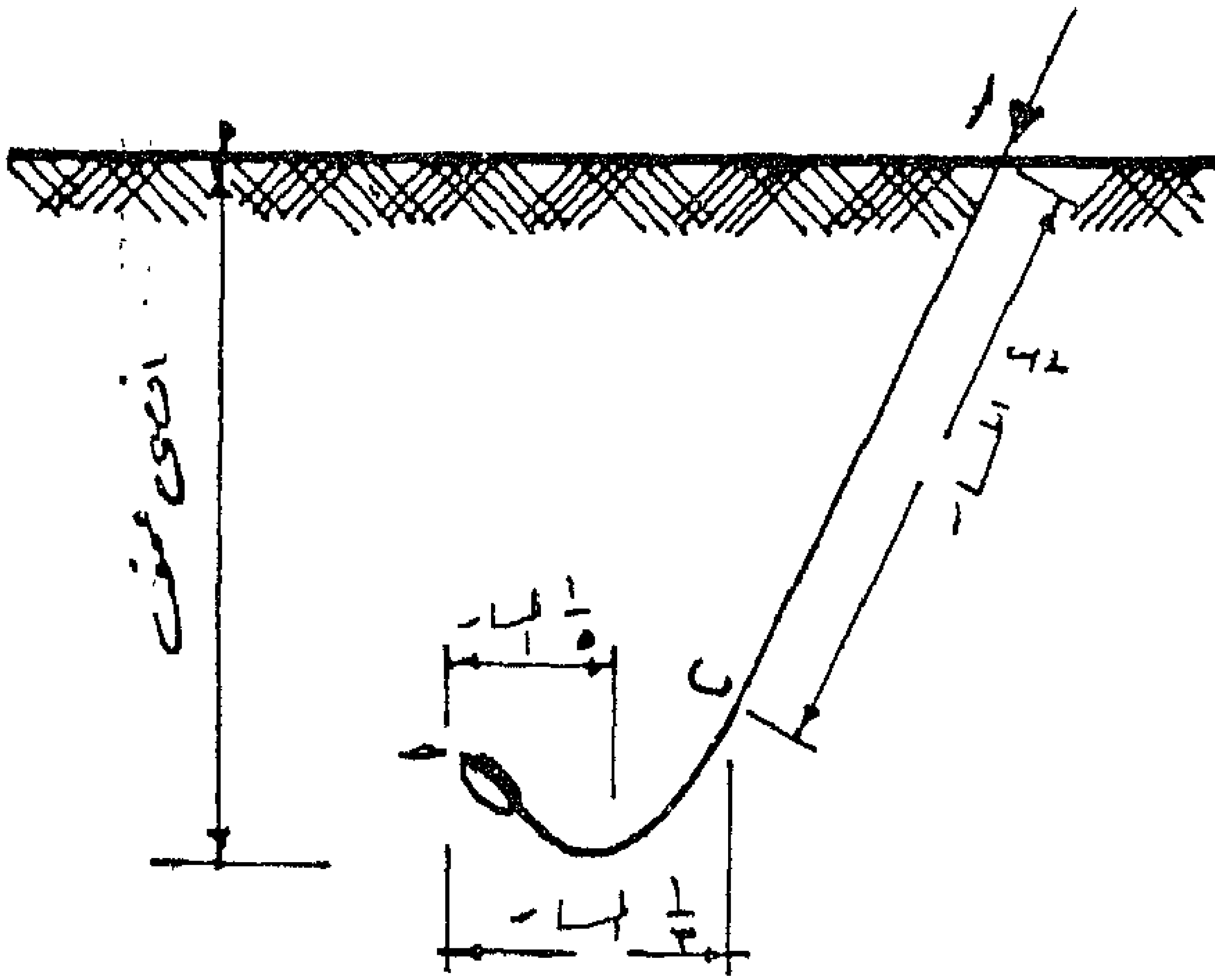


شكل (١٢)

ويمكن من الرسم معرفة مدى تأثير المستويات التى تتواجد بين الصخور على سلامة المنشئات فإذا سقطت قنبلة فى (أ) انعكس الضغط الناشىء منها على المستوى ووصل إلى المخبأ فى (١) فحطمه . كذلك إذا سقطت القنبلة فى (ب) انعكس الضغط الناشى منها من اتجاهين ووصلا إلى المخبأ فى (٢) أما فى ٣ فالمخبأ فى أمن تام .

وكثيراً من المنشئات الدفاعية تعمل بمواد مختلفة فى وقت واحد كعمل مخبأ من الخرسانة والتراب أو الحديد والخرسانة أو المبانى أو التراب . . الخ . وهذا الجمع بين أكثر من مادة له مزايا عديدة — أولها مزايا اقتصادية ، فالجمع بين التراب والخرسانة مثلا يوفر فى التكاليف لرخص التراب وثانيها أن المقذوفات تنحرف فى التراب فيتسبب عن ذلك انحراف المقذوف بزاوية عند صدمة للخرسانة مما يقلل من قدرته على الاختراق .

وعندما نتحدث عن التراب بالذات يجب أن نذكر أن مسار المقذوف فى التراب يأخذ شكل حرف ل ، ومنه يتضح أن الجزء المستقيم من المسار يساوى ٣/٢ المسار كله والجزء المنحنى منه ٣/١ المسار فقط ونصف قطر هذا الجزء المنحنى يساوى تقريباً ٥/١ طول المسار كله .



شكل (١٣) مسار القنبلة فى التربة

المعادلة الخاصة بالاختراق لأى مادة (خلاف الخرسانة التى حسبناها بالمعادلة رقم ١) ، ومن التجارب اتضح أن هذه المعادلة تعطى أرقاماً أكثر دقة فى حالة المواد الترابية من غيرها .

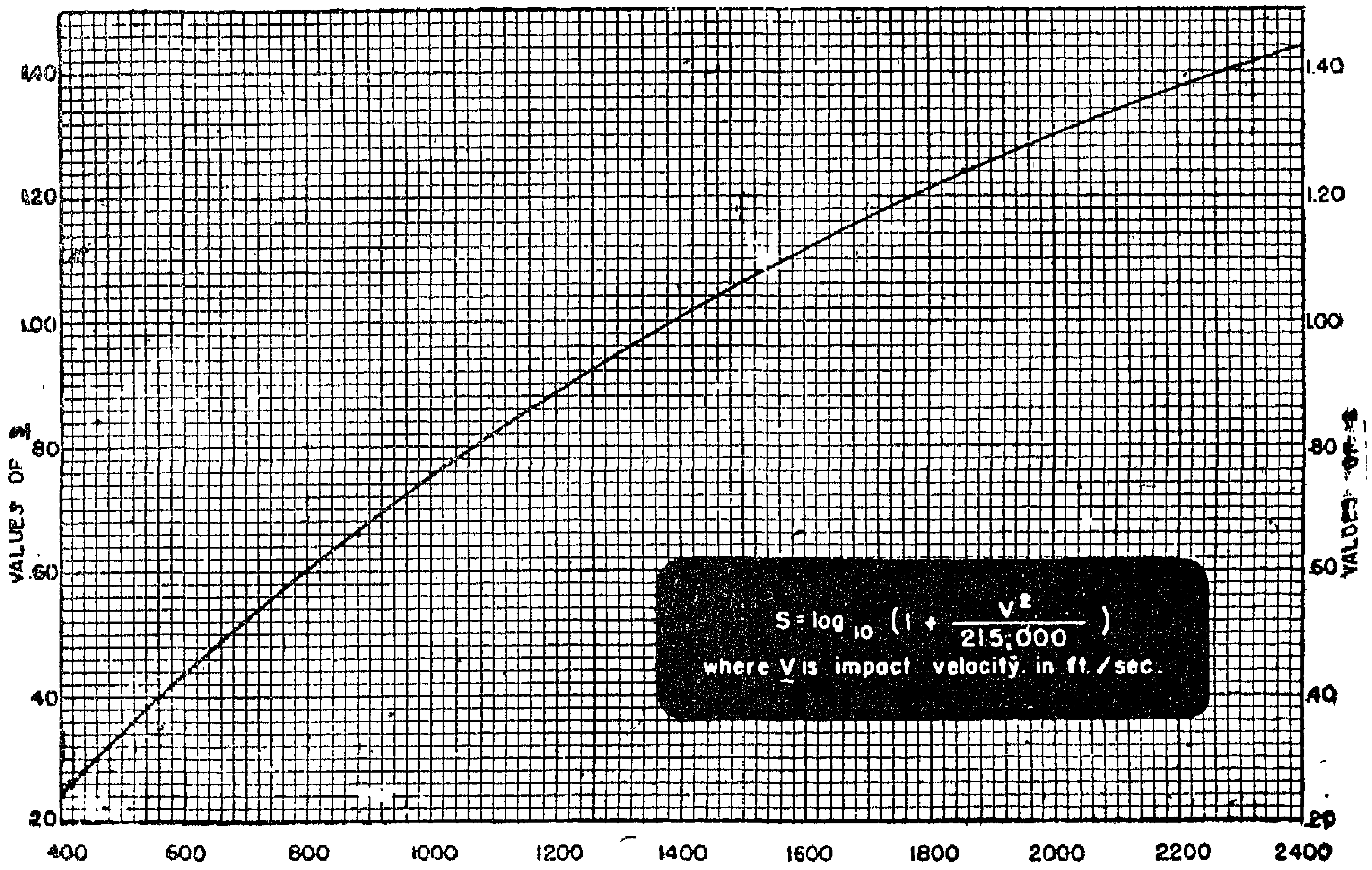
المعادلة :

بالقدم $X = KPS$ معادلة رقم (٢) .

حيث X = طول مسار القنبلة داخل الجسم أى طول حرف (ل) الجزء المستقيم والجزء المنحنى .

K = ثابت يختلف باختلاف المادة المشترك وتوضح قيمته فى جدول رقم (٣) .

P = نسبة وزن ثقل القنبلة بالرطل إلى مساحة أكبر مقطع فيها بالبوصة المربعة وقيمتها كما سبق فى الجدول رقم (١) .



منحنى رقم (٧)

S = ثابت تتوقف قيمته على سرعة الطرق V وقيمته هى :

$$S = \log\left(1 + \frac{V^2}{215000}\right)$$

ويوضح المنحنى رقم (٧) قيمة S متى عرفت سرعة الطرق بالقدم فى الثانية :

مثال :

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطل (S A P) من طائرة تطير بسرعة هوائية مقدارها ٣٥٠ ميلا فى الساعة على ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم أحسب طول مسار القنبلة فى طبقة رملية طفلية

الحل :

المعادلة رقم ٢ هى X = KPS

٧ر٦ = K من الجدول رقم ٣

٤ر٦٤ = P من الجدول رقم ١

ولمعرفة S من المنحنى رقم (٨) يلزم معرفة V سرعة الطرق بالقدم فى الثانية . وهذه كما سبق تعرف من المنحنى رقم ١ بمعرفة الارتفاع ٢٠٠٠٠ ، وسرعة الطائرة ٣٥٠ ميلا فى الساعة فمن المنحنى رقم ١ تكون ١٠٠٥ قدم/ثانية وزاوية السقوط ٦٩° أى زاوية الانحراف ٢١° .

S = ٧٥ر

X = KPS

فيكون طول المسار كله = ٧ر٦ × ٤,٦٤ × ٠,٧٥

= ٢٦ر٤ قدم .

وهذا المسار على شكل حرف ل والمعادلة موضوعة على أساس أن القنبلة سقطت رأسياً ، ولكنها هنا سقطت بانحراف قدره ٢١° ، فيلزم عمل التصحيح اللازم للانحراف الذى سيكون من شأنه تقليل طول هذا المسار تماماً كما فعلنا فى المعادلة رقم (١) الخاصة بالخرسانة المسلحة فيلزم الرجوع إلى المنحنى (٥ — A) فالزاوية ٢١ نجد أن معامل التصحيح هو ٧٢ر٠ .

وبذا يكون السمك المصحح = ٢٦٫٤ × ٠٫٧٢ = ١٩ قدم .

أضف معامل أمن (هنا ١٠ ٪) فيكون السمك المطلوب :

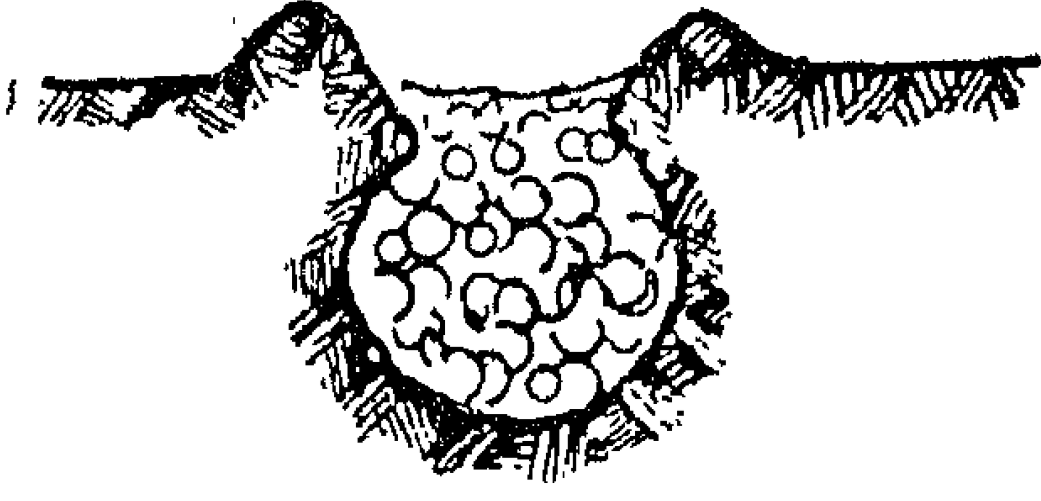
أى المسار = ١٩ × ١٫٢٠ = ٢٢٫٨ قدماً .

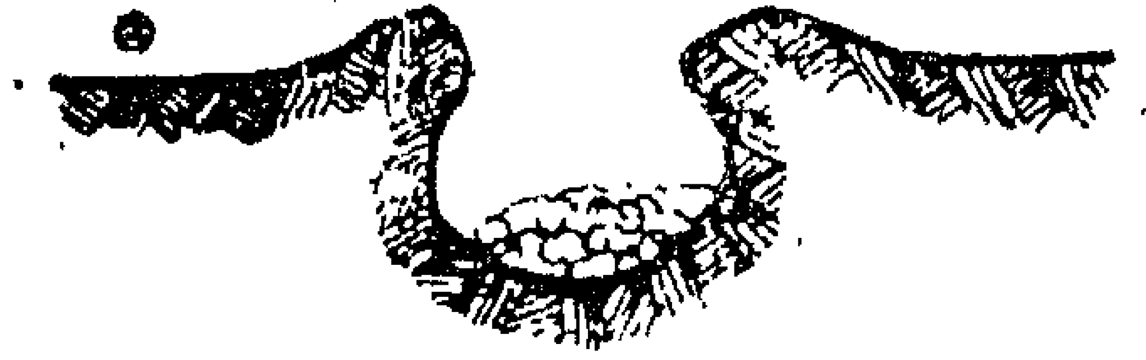
هذا السمك هواللازم لمقاومة اختراق القنبلة فقط . بقى أن نعلم أن هذه القنبلة ستنفجر ، ويلزم حساب السمك اللازم للانفجار ، وله معادلة خاصة خلاف معادلة الخرسانة .

وفى حالة الخرسانة حسبناه بالمعادلة

$$\frac{P}{d} = 6100 \times \left(\frac{W}{d^3}\right)^4$$

يلزمنا إذاً معرفة تأثير القنبلة بعد اختراقها للتراب فى المسار الذى حسبنا طوله فى المثال السابق ، وهذا ما سنتحدث عنه .



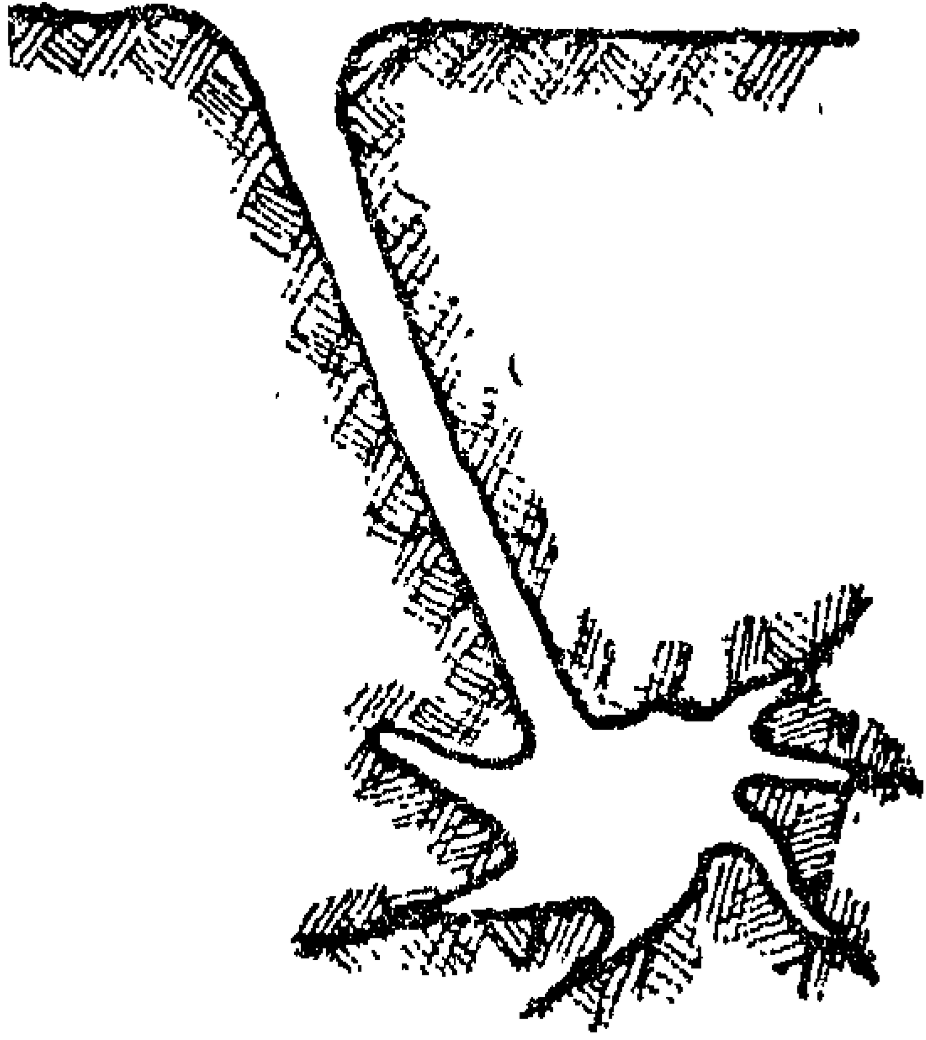




شكل (١٣) أشكال لمختلف الحفريات

(ب) القنبلة بعد اختراقها للتراب :

من المعروف أن قيمة الاختراق تتوقف على إذا ماكان زمن الإنفجار يسمح بالحصول على أكبر اختراق قبل أن تنفجر القنبلة أم لا ، وعادة تصمم القنبلة ليحدث الإنفجار بعد وصولها إلى أقصى اختراق لها — والزمن الذى يمر قبل الإنفجار يتوقف فى الواقع على المنشأ الذى تسقط عليه القنبلة كما يتوقف على نوع القنبلة نفسها ، وعندما تستخدم وسائل التفجير المؤجلة للقنابل الساقطة على المبانى أو الأرض نجد أن عامل السرعة وزاوية السقوط ..الخ . تتحكم أيضاً فى النتائج التى نصل إليها ، وعندما نقول الحفرة الناشئة من القنبلة فى التراب فإنما نعنى بهذا التأثير الذى يحدثه انفجار هذه القنبلة بعد وصولها إلى عمق يتراوح من ١٠ إلى ٢٠ قدم حسب نوعها والخسائر التى تحدث من قنبلة ساقطة على مبنى بعد اختراقها وانفجارها تكون من قوة الإنفجار (قوة التمزق) وتكون أيضاً من الشظايا المتناثرة ، بينما الخسائر التى تحدث من قنبلة سقطت على التراب واخترقته وانفجرت فيه تحت سطح الأرض تكون من موجة الضغط الناشئة من الإنفجار (الخلخلة) ويكون تأثير هذه الموجة





شكل (١٤) التجويف داخل الأرض السطحى والعميق وفى السطحى تظهر تشققات على سطح الأرض

على أشده لـكل ما يقع فى حدود قريبة من مركز الإنفجار لمسافة تتراوح بين ١٠ أقدام ، أو ٢٠ قدماً وقد يتناثر التراب من الحفرة أو ينزاح جانباً مكوناً انبعاجاً Camouflet على حسب الحالة .

وهذه الموجات الضاغطة المنبعثة من الأرض نتيجة الإنفجار قليلة التأثير على المنشئات أو المخابىء التى تتحمل كافة جهود عزوم الإنحناء والإلتواء والاهتزاز كما يحدث لها من الزلازل التى كثيراً ما تقاومها .

وتنتقل هذه الموجات الضاغطة بسرعة تتوقف على طبيعة التربة التى تنتقل فيها .

ونظراً لأن التربة تصبح أكثر ليونة كلما تعمقنا فيها فإن هذه الموجات تنتقل فيها فى شكل معقد فمثلا تنعكس عندما تحدث على أعماق قليلة بينما الأعماق الـكبيرة التى تزيد عن ١٠٠ قـدم تصبح هذه الموجات مركبة ومعقدة وتشبه تلك التى تحدثها الزلازل ، وإن كانت تفوقها فى التأثير .

وقوة هذه الموجات الضاغطة تتوقف على ثقل القنبلة وما بها من مفرقعات وعلى العمق الذى وصل إليه الاختراق كما تتناثر قوتهـا ببعدها عن مركز الإنفجار .

وتتعرض المصارف والانابيب المدفونة فى الأرض لخسائر كبيرة من هذه الموجات . ونظراً لأن التربة حول هـذه الأنابيب تـكون مضغوطة جيداً فإن هذه التربة تمتص هذه الموجات إلى حد كبير . وواضح أن المواسير الظهر أو الفخار أو الخرسانة قابلة للـكسر لمسافات كبيرة من هذه الموجات الضاغطة . أما المواسـير المرنة والـكابلات فأقل عرضة للخسائر .

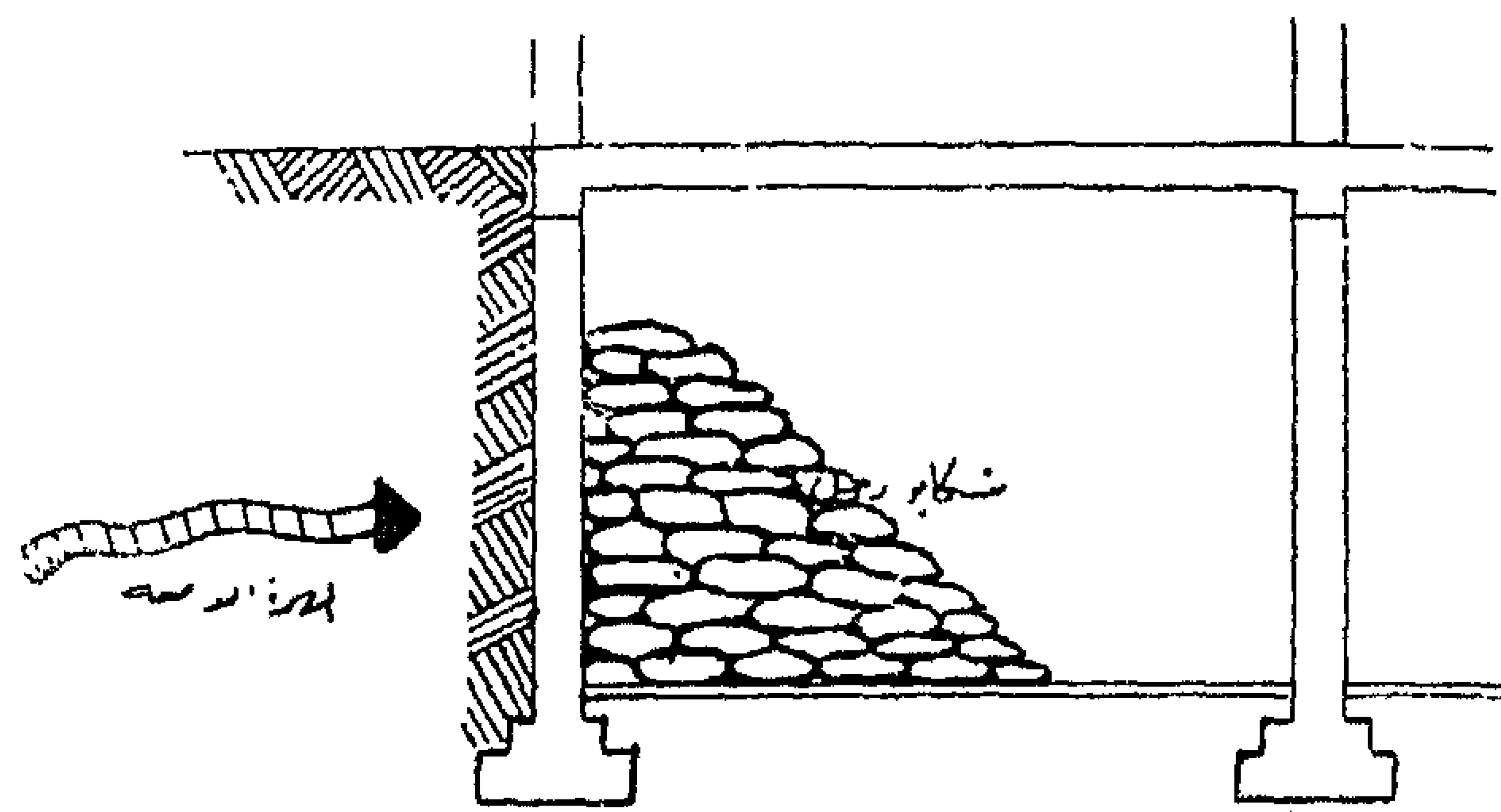
وهذه الموجات أو الهزات التى تشبه الزلازل كما قلنا تؤثر على المبانى ويتوقف تأثيرها على مدى تجاوب المبنى للدبذبة وبصفة عامة فإن المبانى القديمة تتأثر لمسافات كبيرة وفى بعض الأحيان يتحرك المبنى كله تجاه الإنفجار أو فى عكس الاتجاه ، والحوائط التى تقع فى اتجاه قطرى للهزة تتعرض لحركة رأسية وحركة أفقية أيضاً فى زمنين مختلفين وبالتالى تحدث فيها تشققات مائلة .

أما الحوائط التى تقع فى اتجاه عمودى على الموجة الضاغطه أو الهزة فقد تنقلب فى اتجاه الموجه أو فى الاتجاه المضاد .

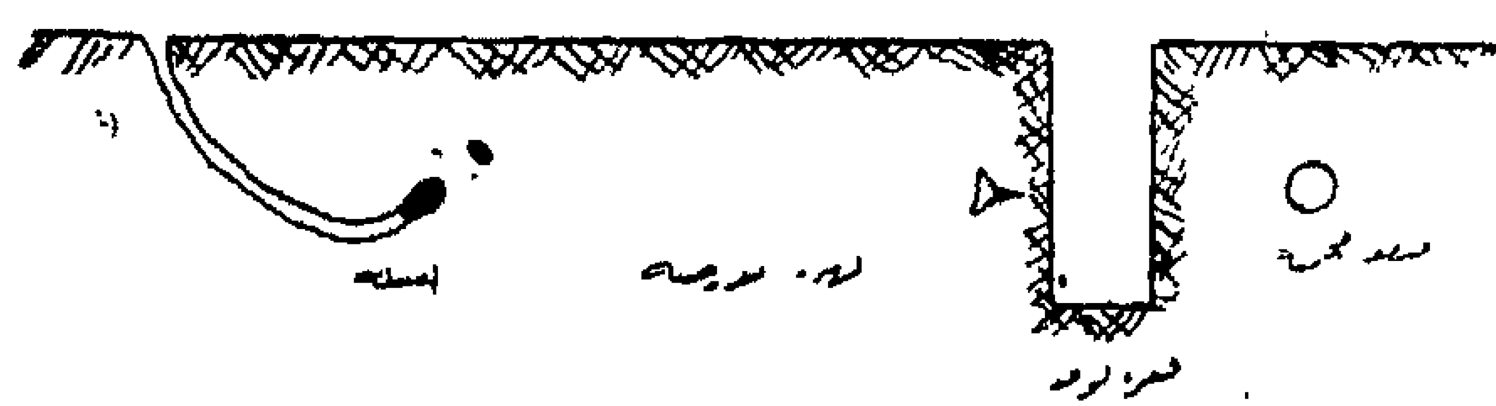
ومن الممكن إلى حد ما تلافى مضاعفات الموجه الضاغطة بوضع شكائر من الرمل لمسافة ١٠ قدم عرضاً ومثلها ارتفاعاً فى أحد أركان الغرف السفلى دون أن تتصل هذه الشكاير بالحائط المقابل أو بالسقف شكل (١٥) . وبالنسبة للمواسير يحفر خندق صغير ناحية الانفجار شكل (١٦) فإنه ينقل الموجه ولايصل إلى الماسورة وتتوقف الحفرة التى تحدث نتيجة انفجار القنبلة على العمق الذى انفجرت عنده القنبلة فهى على العمق الأكبر أكثر اتساعاً من الحفرة السطحية والقنابل ذات المشاعل الطرقية تسبب حفرة سطحية غير عميقة . أما تلك ذات المشاعل المؤجلة التأثير فتسبب حفرة أكبر ، أو إذا اخترقت الأرض لمسافة أعمق فإنها تسبب انتفاخاً على هيئة جيب فى باطن الأرض ، وأقصى قطر للحفرة يحدث عندما تـكون مسافة الاختراق مساوية للمقدار $(2.1 \times W^{\frac{1}{3}})$ ويكون نصف قطر الحفرة أيضاً مقـداره $(2.1 \times W^{\frac{1}{3}})$ قدماً حيث W هى وزن العبوة الموجودة فى القنبلة بالرطل من الجدول (١) .

والقيم السابقة لمقاس الحفرة فى الأرض المتوسطة الرطوبة إذ أنه من الواضح أن درجة الرطوبة تؤثر فى اتساع الحفرة والخسائر التى تحدث فى المنشآت المدفونة تحت سطح الأرض معقدة والمسافات التى تحدث عندها الخسائر معقدة أيضاً وواضح أن الخسائر تتوقف على نوعية المنشأة وعلى قوة الصدمة .

ولقد عملت تجارب عدة على الانفجار الملاصق لمنشأ خرسانى مدفون وحسب السمك الذى يحدث عنده خسائر ضخمة والسمك الذى يحدث عنده خسائر متوسطة والسمك الذى يمنع حدوث التشقق ويكون عنده المنشأ واقياً . ويقصد بالخسائر الـكبيرة تلك التى تحدث فى الحائط المدفون أثر انفجار العبوة الملاصقة له تشققات كبيرة وتطاير للخرسانة كما يقصد بالخسائر المتوسطة حدوث بعض تشققات وتطاير . أما السمك الواقى من التشقق فيقصد به ذلك الذى يرى بعده تشققات ضئيلة جداً .



شكل (١٥)



شكل (١٦)

والمعادلة التى توضح سمك الحائط المدفون بالقدم بالنسبه لانفجار ملاصق له هى كالآتى :

$W^{1/3}$ 1.0 ويحدث لهذا السمك خسائر كبيرة .

$W^{1/3}$ 1.2 ويحدث لهذا السمك خسائر متوسطة .

$W^{1/3}$ 1.4 وهذا هو السمك الذى يمنع التشقق والذى يجب أن يكون عليه المنشأ .

ملحوظة : كمية التسليح ١١٠ رطل للياردة المكعبة .

ومتوسط جهد الضغط للخرسانة ٣٩٠٠ رطل للبوصة المربعة .

— أما بالنسبة للانفجار البعيد عن المنشـأ فيتوقف التأثير الناشىء منه على نوعية المنشأ ونوعية التربة ونوعية الانفجار .

والمسافة التى لا يحدث عندها أى خسائر تسمى نصف قطر التصـدع Max raduis of rupture وتختلف باختلاف نوع المنشأ إن كان من الخشب أو الخرسانة وهكذا .

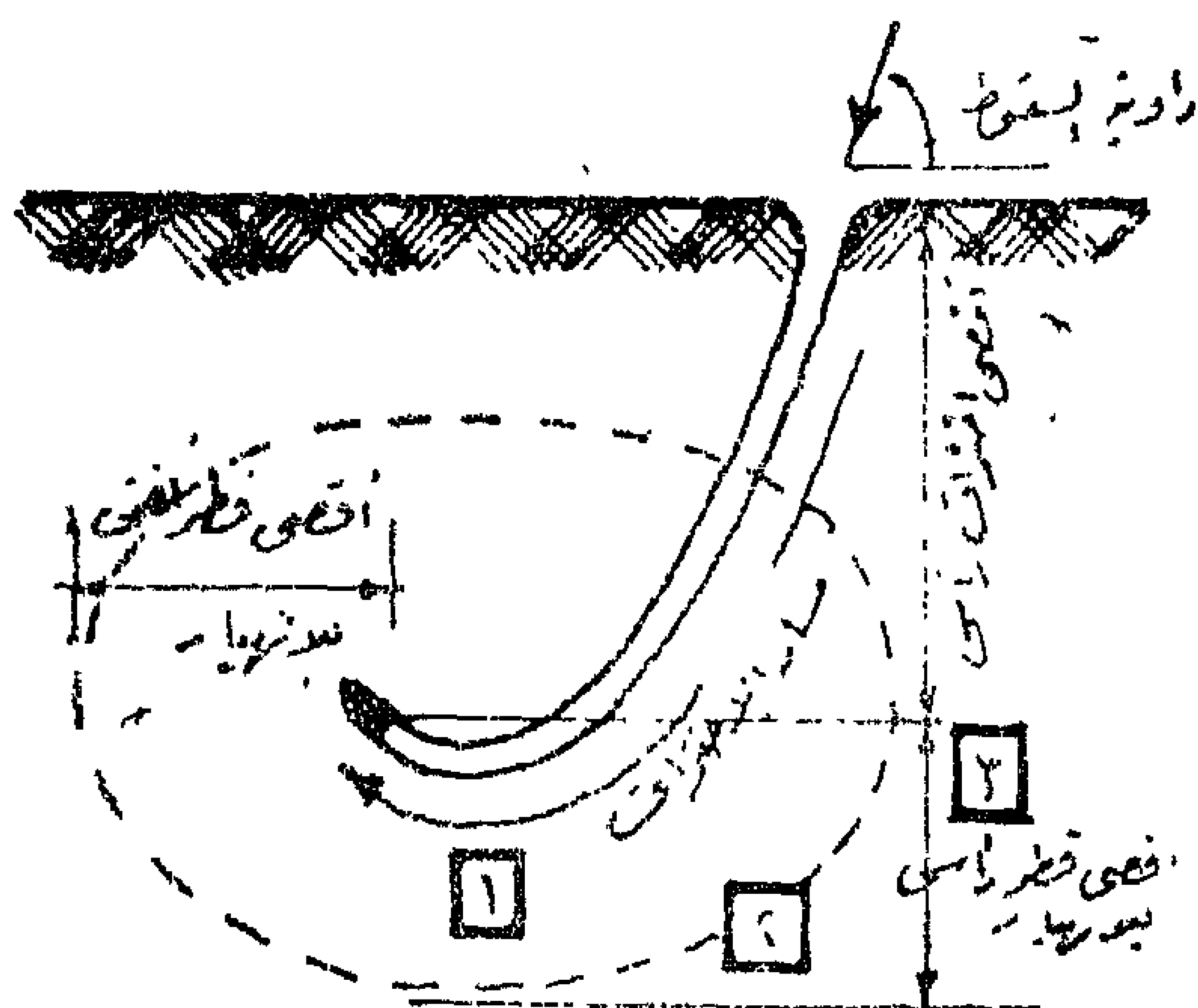
للخشب $H_{R\cdot R} = FW^{1/3}$

للخرسانة $H_{R\cdot R} = .7\ FW^{1/3}$

حيث F ثابت يتوقف على التربة وموضح قيمتـه فى الجدول رقم ٤ و W وزن العبوة بالرطل .

وكما يوجد نصف قطر أفقى فإنه يوجد نصف قطر رأسى أيضاً كما هو واضح فى شكل (١٧) وقيمته

$V_{R\cdot R} = .83\ H_{R\cdot R}$



شكل (١٧)

وزن القنبلة بالرطل	صخر صلب	صخر متوسط الصلابة كالديش	صخر لين وطوب	طفل أو طين رملى أو زلط	رمل صلب أعشاب	رمل لين	تربة لينة	طين
١٠٠	٨٫٧	١٠٫٢	١١٫٣	١٧٫٨	٢٠	٢٠٫٦	٢٥٫٧	١٦٫٣
٢٥٠	١١٫٥	١٣٫٥	١٥	٢٣٫٥	٣٦٫٥	٢٧٫٣	٣٤	٢١٫٥
٥٠٠	١٥	١٧٫٥	١٩٫٥	٣٠٫٦	٣٤٫٥	٣٥٫٤	٤٤٫٢	٢٨
١٠٠٠	١٨٫٩	٢٢٫٢	٢٤٫٧	٣٨٫٧	٤٣٫٦	٤٤٫٨	٥٦	٣٥٫٤
٢٠٠٠	٢٤	٢٨٫٢	٣١٫٤	٤٩٫١	٥٥٫٤	٥٧	٧١٫١	٤٥

وفى الجدول رقم (٥) توجد قيمة $H_{R.R}$. محسوبة من المعادلة السابقة للمنشآت الخشبية والخرسانية.

والمدرسة الانجليزية قد وضعت بعض جداول لما يحدث من الهزات الأرضية من انفجار قنابل أغراض عامة G.P وتأثيرها على المنشآت الخرسانية بالأقدام .

ومعنى هذا أن قنبلة وزنها ١٠٠ رطل لو سقطت فى منطقة صخرية صلبة فان الهزة الناشئة من انفجارها بعد اختراقها للارض تدمر منشأ خرسانياً إلى مسافة ٨٫٧ قدم من نقطة سقوطها وكذا .

والجدول التالى عن المدرسة الانجليزية يعطى الخسائر الناتجة فى المبانى من الطوب إذا ما انفجرت قنبلة بعد الاختراق لسطح الأرض .

الوزن السكلى	تخريب كامل	تدمير لا يمكن إصلاحه	يمكن اصلاحه ولكن لا يمكن اسكانه
رطل	قدم	قدم	قدم
١٠٠	١٧	٢٣	٥٠
٥٠٠	٢٢	٤٤	٧٠
١٠٠٠	٣٥	٧٠	١٠٠
٢٠٠٠	٦٠	١٢٠	٢٠٠
٤٠٠٠	١٢٠	٢٠٠	٣٠٠
٨٠٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٥٥٠
١٢٠٠٠	٢٥٠	٤٠٠	٧٠٠

ومعنى هذا أنه إذا انفجرت مثلا قنبلة وزنها ٥٠٠ رطل فإنها تحدث تخريباً كاملا فى محيط ٢٢ قدم من مكان الانفجار وتدميراً لا يمكن إصلاحه فى محيط ٤٤ قدم ، وتدميراً يمكن إصلاحه فى محيط ٧٠ قدم . وخارج هذا المحيط لا تأثير لها .

كذلك يبين الجدول التالى مدى التدمير الذى يحدث من الهزة الأرضية لمواسير الزهر أو الخرسانة أو الكابلات أو الأساسات سواء انفجرت القنبلة وهى فوق الأرض بمجرد ملامستها (غير مدفونة) أو بعد أن تخترق الأرض (مدفونة) .

❁ ❁ ❁

وزن القنبلة	أنابيب زهر أو حديد أو خرسانة		كابلات كهربائية أو أنابيب صلب		أساسات	
رطل	قنبلة غير مدفونة	قنبلة مدفونة	قنبلة غير مدفونة	قنبلة مدفونة	قنبلة غير مدفونة	قنبلة مدفونة
	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم
١٠٠	٢٠	٣٦	١٥	٣٠	٣٥	٥٠
٥٠٠	٣٠	٤٠	٢٤	٣٠	٧٥	١٠٠
١٠٠٠	٣٥	٥٠	٢٧	٢٥	١٢٠	١٥٠
٢٠٠٠	٥٠	٦٥	٢٨	٥٠	١٦٥	٢٥٠

ونوع الأرض ومعامل التحويل كالآتى :

نوع التربة	المعامل
أرض عادية	١,٣
طفيلية	١,٠
طباشيرية	١,٩
رملية	٠,٨

ومعنى هذا أنه إذا انفجرت قنبلة زنة ٥٠٠ رطل مثلا فإن أنابيب الحديد الزهر أو الخرسانة إذا كانت القنبلة انفجرت مدفونة أى بعد اختراقها للأرض تدمر هذه المواسير إذا كانت فى حدود مسافة ٤٠ قدم من مركز الانفجار ، أما الكابلات وأنابيب وتدمر إذا كانت فى حدود مسافة ٣٠ قدم والأساسات لا تتأثر إلا إذا كانت على مسافة أقل من ١٠٠ قدم .

ولو كانت هذه القنبلة قد انفجرت فوق الأرض أى غير مدفونة فتغير المسافات — السابقة لتكون ٣٠ قدم بالنسبة لأنابيب الحديد الزهر والخرسانة و ٢٤ قدم — بالنسبة للكابلات الكهربائية وأنابيب الصلب و ٧٥ قدم بالنسبة للأساسات .

تأثير انفجار الأسلحة

قوى الانفجار :

يتحتم الإلمام بالقوى الناشئة من عملية الإنفجار .

١ — سواء كان الإنفجار فى الهواء (أى فوق سطح الأرض أو أعلى منها أو بعد اختراق بسيط لها) .

٢ — أو بعد أن يتم الإنفجار بعد اختراقه للجسم سواء كان الجسم خرسانياً أو تراباً وما شابه على النحو الذى سبق أن بحثناه بالمعادلات .

— اختراق الانفجار فى الخرسانة .

$$P_e = 6100 \left(\frac{W}{d^3}\right)^4 \times d$$

— سمك الخرسانة للانفجار الملاصق

$T = 1.4\ W^{1/3}$

— للخرسانة $H_{RR} = .7\ FW^{1/3}$

— للخشب $H_{RR} = FW^{1/3}$

$V_{RR} = .83\ H_{RR}$

— ونصف قطر الحفرة فى التراب $2.1\ W^{1/3}$ قدماً على عمق بنفس القيمة .

٣ — الانفجار داخل المنشئات .

٤ — قوى الانفجار الذرى وهذه لن يتسع الوقت لدراستها .

ولن نعيد هنا الكلام عما جاء فى (٢) فقد سبق شرحه، وكذلك لن يتسع الوقت لدراسته (٤) .

بقى أن نتحدث عن (١) الانفجار فى الهواء و (٤) الانفجار داخل المنشآت .

الانفجار فى الهواء والقوى الناشئة منه :

(ا) عند انفجار قنبلة فى الهواء تتحول المادة المتفجرة التى بها وهى مادة (ت . ن . ت) وما شابه إلى غاز ذو ضغط عال جداً يصل إلى (١٠٠) ألف ضغط جوى وحرارة تصل إلى ٥٠٠٠ درجة فهرنهيت — والطاقة الناشئة من الانفجار يضيع منها حوالى ٥٠٪ لتفتيت الغلاف وهذا الرقم خاص بالقنبلة الخدمة العمومية والمهم أن نعلم أن جزءاً كبيراً من طاقة الانفجار يضيع فى تفتيت غلاف القنبلة . وعندما ينطلق هـذا الضغط العالى ذو الحرارة الكبيرة كما أسلفنا ، فإن الهواء المجاور له ينزاح منضغطاً وتنتقل الحرارة إلى هذا الهواء بدرجتها العالية حتى أن الهواء يصبح مضيئاً وتسمى الجبهة الخارجية المضيئة للهواء المضغوط — الملتهب بمقدمة اللهب (Flame front) .

والسرعة التي يتحول بها الغاز الناتج ذو الحرارة العالية تختلف من ٦٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ قدم فى الثانية ثم يبرد الغاز بسرعة ويفقد أكثر سرعته بعد مسافة تصل إلى ٤٠ أو ٥٠ مرة قطر القنبلة .

وفى الوقت الذى تتطاير فيه الشظايا الناشئة من تفتيت غلاف القنبلة بسرعة ما بين ٤٠٠٠ و ٧٠٠٠ قدم فى الثانية نجد أن النقص فى سرعة الغاز السريع الذى يحدث يتسبب عنه أن تتخلف الموجة الضاغطة عن الشظايا سابقة لها نتيجة أن النقص فى سرعة الغاز وهى أعلى من سرعة الشظايا تحدث بسرعة وبكمية كبيرة .

ومن هنا نجد أن قوة الانفجار أو قوة تمزق الهواء blast-wave تتكون من ظاهرتين إحداهما موجبة والأخرى سالبة .

والموجة الموجبة وهى ذات ضغط عال ولكن تحدث فى وقت قليل تصحبها موجة سالبة أو خلخلة أو شفط أقل من الموجة الموجبة الضاغطة فى القيمة ولكن تستمر لوقت أطول .

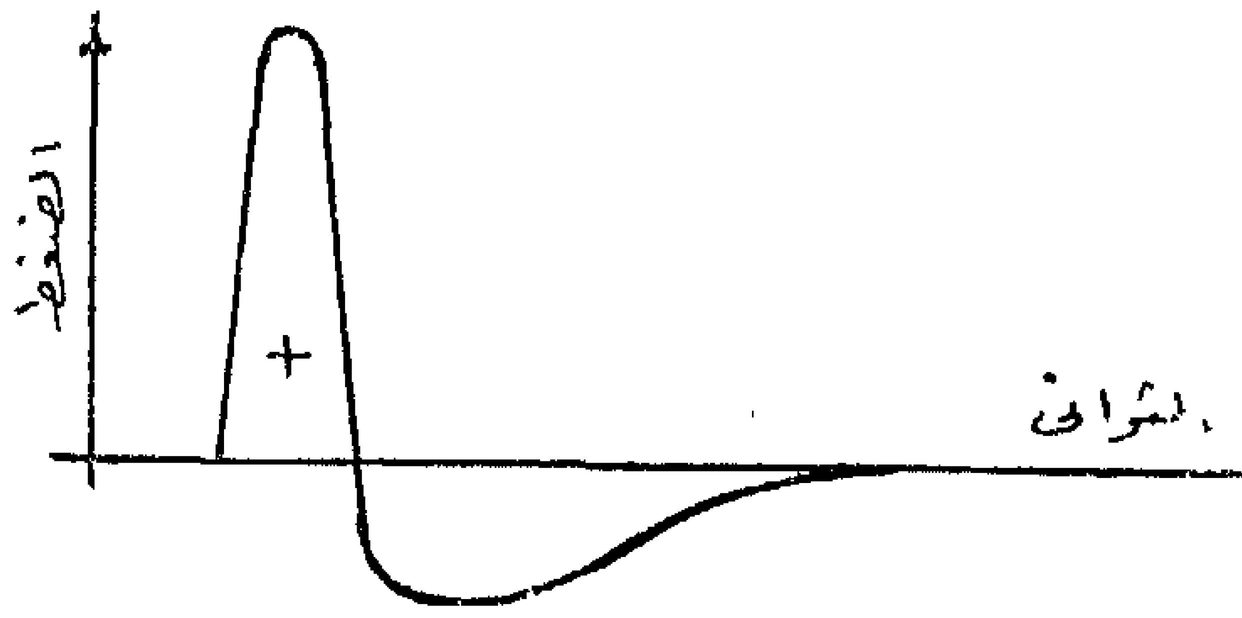
والموجة الضاغطة Shock-Wave يعبر عنها بشيئين :

الأول — قيمة الضغط الموجب المرتفع (Peak-pressure)

الثانى — قيمة الدفع Impulse وهو قوة تتكون من حاصل ضرب الضغط فى الزمن الذى استمر فيه بالرطل فى الثانية على البوصة المربعة .

وعلى هذا فيلزم لمعرفة الخواص المؤثرة على التصميم أن نلم بقيمة الضغط والزمن الذى يستمر فيه حتى نحسب الدفع أو قوة الدفع المؤثرة والضغط الناشئ من الانفجار عال جداً كما ذكرنا وقيمته أكبر من الجهد الذى تتحمله المنشآت . ونظراً لأن الزمن الذى يستمره قليل فإنه يمكن النظر إليه على أنه (ضربه) blow أكثر منه (حملا) Load

ومن هنا نجد فى الحقيقة أن التدمير يتأثر بقوة الدفع وليس بالضغط . وقوة الدفع هى الضغط × الزمن . أو فى المساحة فى هذا المنحنى :



ويحسب الضغط Peak-Pressure بالمعادلة التالية :

رطل على البوصة المربعة

$$P = \frac{4120}{Z^3} - \frac{105}{Z^2} + \frac{39.5}{Z}$$

حيث :

$$Z = \frac{r}{W^{1/3}}$$

(r هى المسافة بالقدم من مركز الانفجار والحائط المعرض للضغط . W وزن العبوة بالرطل) .

وهذه المعادلة تعطى قيمة الضغط الجانبي على المنشأ ، أما الضغط فى مواجهة البناء فى إتجاه موجة الضغط فضعف هذه الكمية .

وكمثال لو فجرنا ٢٥٠ رطل (ت . ن . ت) على مسافة (٥٠) قدم نجد أن :

$$Z = \frac{r}{W^{\frac{1}{3}}} = \frac{50}{(250)^{\frac{1}{3}}} = \frac{50}{6.3} = 7.94$$

$$P_s = \frac{4120}{(7.94)^3} - \frac{105}{(7.94)^2} + \frac{39.5}{(7.94)}$$

$$= 8.24 - 1.67 + 4.98 = 11.55 \text{ (P.S.I.)}$$

$$P_{face} = 2\ P_s = 2 \times 11.55 = 23.1 \text{ (P.S.I.)}$$

ولحساب قوة الدفع (Impulse)

للقنابل (خ . ع) $I = ,054 \frac{W^{1/3}}{r}$

للعبوات غير مغلفة $= .081 \frac{W^{2/3}}{r}$

للعبوات ذات الغلاف السميك $= .036 \frac{W^{2/3}}{r}$

حيث I هى قوة الدفع بالرطل فى الثانية على البوصة المربعة ولكى تقدر الفائدة التى يمكن أن نحصل عليها من المعادلات عاليه نجد مثلا أن الطوب إذا كان قوة الدفع (.09 = I) رطل ثانية على البوصة المربعة فإن هذا الدفع كفيل بنسف حائط الطوب نسفاً تاماً ، وإذا كانت قوة الدفع عليه (.04 = I) فإنه يحدث فى الحائط تدمير وليس نسفاً تاماً .

ومن هنا يمكن حساب المسافة التى عندها يتسبب الانفجار فى نسف المنازل المبنية من الطوب والمسافة التى عندها يحدث للحوائط تدمير متفاوت كالآتى :

(وفى حالة إنفجار قنبلة ٥٠٠ رطل خ . ع)

$$I = .054\ \frac{W^{2/3}}{r}$$

$$r = \frac{.054}{I}\ W^{2/3} = \frac{.054}{.04}\ (274)^{2/3} = 57 \text{ feet}$$

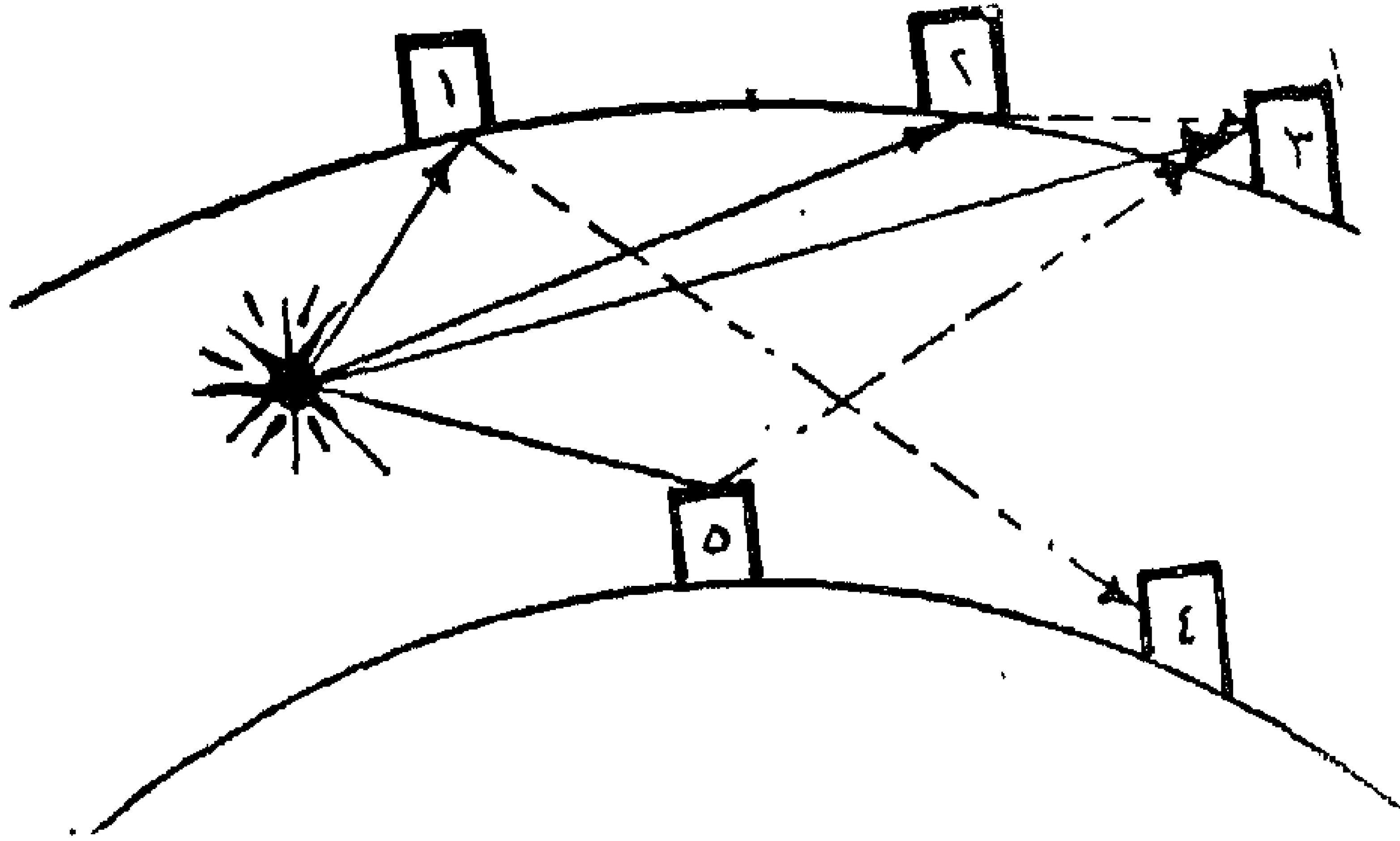
ومعنى هذا أن المنازل التى على بعد ٥٧ قدم من مركز إنفجار القنبلة ٥٠٠ رطل خدمة عمومية يحدث بها خسائر وتدميرات متفاوته كذلك :

$$r = \frac{.054}{.09}\ (274)^{2/3} = 25 \text{ feet}$$

ومعنى هذا أن المنازل التى فى دائرة على بعد ٢٥ قدم من مركز الانفجار يحدث لها نسفاً تاماً .

وقوة التمزق blast هذه يتسبب عنها تساقط أوراق الشجر ولكنها لا تؤثر على المداخن وماشابه لالتفافها حولها بينما تتأثر المداخن من القوة الضاغطة فى حالة الانفجار تحت الأرض كما تسبب قوة التمزق تدمير الزجاج فى دائرة نصف قطرها ٢٠٠ قدم فى حالة إنفجار قنبلة ٥٠٠ رطل خ . ع .

وبالنسبة للموجة السالبة أو الشافطة فقد يحدث إذا كان الانفجار فى شارع ضيق أن ينعكس هذا الضغط السالب مرات عدة على المنازل على أجناب الشارع الضيق وينتج عن تكرار الإنعكاس فى النهاية موجة سالبة أقوى من الموجة السالبة الأصلية يترتب عليها نزع الأبواب والشبابيك فى الأدوار السفلى تجاه الشارع وتسمى هذه الظاهرة (Freak) .



(شكل ١٨)

(ب) يأتى بعد هذا الكلام عن الشظايا :

عند إنفجار القنبلة بالإضافة إلى ماسبق من حرارة وضغط وقوة دفع يحدث من تفتت جدار القنبلة ومكوناتها آلاف الشظايا التى تتطاير بسرعة ما بين ٤٠٠٠ و ٧٠٠٠ قدم فى الثانية .

وهذه الشظايا تسبب خسائر لمسافة آلاف الياردات وأخطر الشظايا هى ما ينتج من إنفجار القنابل فى الهواء وتتناقص سرعة الشظايا كلما طالت المسافة لكن تناقصها كما سبق أقل من تناقص سرعة الموجة الضاغطة .

ويتوقف عدد وحجم الشظايا واتجاهها والمسافة التى تقطعها على الجزء الذى انفصلت منه القنبلة .

فالشظايا المنفصلة من مقدمة القنبلة أثقلها وتتطاير للأمام فى مخروط ضيق ، والشظايا المنفصلة من الذيل آخفها وتتطاير كسابقتها ولكن فى إتجاه عكسى وشظايا الأجناب أكثرها تأثيراً فى التدمير . وأكثر المناطق كثافة من الشظايا هى تلك الواقعة بعد ١٠ درجات من العمود على محور القنبلة وللخارج .

(ح) وإذا ما حدث الإنفجار ملاصقاً المبنى الخرسانى فإن السمك اللازم للحائط الخرسانى أعلى الأرض هو

$T = .8 W^{1/3}$ بالقدم .

وسبق أن ذكرنا أن السمك اللازم للخرسانة للانفجار الملاصق تحت الأرض هو $T = 1.4 W^{1/3}$ قدماً .

(ى) مقارنة بين الإنفجار الذرى وإنفجار القنابل التقليدية .

ولو أن المجال لن يتسع للحديث عن الانفجار الذرى إلا أنه من المناسب أن نجرى مقارنة بين تأثير كليهما .

إن الانفجار الذى يحدث من القنابل التقليدية الشديدة الانفجار يتكون عنه طاقة ناتجة من تفاعلات كيميائية بينما الطاقة الناتجة من القنبلة الذرية ناتجة عن تفاعلات نووية تنشأ من إنقسامات من ذرات اليورانيوم أو البلوتونيوم .

وإذا ما تساوت الأوزان نجد أن الطاقة ، الناشئة من التفاعل الذرى أكبر من تلك الناشئة من انفجار القنابل التقليدية ملايين المرات . وهذه الطاقة الذرية الضخمة التى تتحرر فى واحد على مليون من الثانية هى التى تسبب القوة الرهيبة للقنبلة الذرية . وتتسبب هذه الطاقة على الأقل فى إحداث قوه التمزق وعلى هذا تعتبر القنبلة الذرية كالقنبلة التقليدية سلاحا إنفجارياً أى يحدث تأثيره من قوة الانفجار أوقوة التمزق blast weapon وهذه الطاقة الهائلة التى تنطلق من القنبلة الذرية فى هذا الزمن الضئيل جداً بحرارة تشبه حرارة باطن الشمس .

ومن هنا تنطلق حرارة وإشعاعا يحمل ثلث الطاقة الناتجة thermal (Heat) radiation وهذه الحرارة الإشعاعية قادرة على حرق الجلد على بعد ميلين كما تسبب تأثيرات متفاوتة حتى عشرة أميال . هذا بخلاف إشعاعات جاما وبيتا وتأثيراتها مما لانستطيع الإسهاب فيه .

ويهمنا أن نعرف خاصية معينة من انفجار القنبلة الذرية وتأثير قوة انفجارها على المنشآت الخرسانية كما حدث فى هيروشيما ونجازاكى حيث كانت مبانيها منشأة لمقاومة الزلازل . أى بارتفاع لا يزيد عن ١٠٠ قدم ومصممة على ضغط جانى يساوى ١/١٠ الثقل الرأسى gravity load .

وقدوجد أن المنازل التى كانت قريبة من منطقة الإنفجار كانت الحملة الرأسية لقوة الانفجار أكبر من الجانبية . وعلى المسافات البعيدة كان العكس إذا كانت الحملة الجانبية أكبر من الرأسية . وعلى هذا فكان نوع الخسائر فى الحالة الأولى من أعلى لأسفل ، وفى الحالة الثانية تسبب القوة الجانبية فى انحناء المنازل وتطاير الأسقف .

ولمقاومة الانفجار الذرى يراعى الآتى :

— لا يزيد الإرتفاع المبنى عن ١٠٠ قدم .

— المصمم يفترض ضغط رياح جانبى مقداره (٩٠ رطل للقدم المربع) كما يفرض محلله رأسية مقدارها ٧٠ رطل للقدم المربع — وهذا للقنبلة الذرية (٢٠ كيلو طن) .

الانفجار داخل المنشآت :

لو سقطت قنبلة على منشأ من أعمدة خرسانية وحوائط من الطوب — فالخسائر على النحو التالى :

١ — تدمير مبدئى فى المنطقة التى تتمد فيها الغازات وهى منطقة اصطدام القنبلة .

٢ — تدمير من قوة التمزق المحصور (Confined-Blast) للحوائط والقواطيع مع ما يصحب ذلك من محصلة مدمرة للأعمدة .

٣ — تدمير من قوة التمزق المحصور للأسقف .

٤ — تدمير للكمرات نتيجة لانتقال أحمال كبيرة إليها من الأسقف .

٥ — تدمير الأعمدة نتيجة الأحمال الرأسية (سواء لأعلى أو أسفل) والمنتقلة إليها من الكمرات والأسقف .

٦ — تدمير ثانوى تحطيم كمرة أو عمود مما ذكر عالية .

ويمكن الكلام عن كل من هذه على نحو من التفصيل

١ — التدمير المبدئى :

المنطقة التى يتم فيها التدمير الكامل منطقة صغيرة نسبياً .

والقنبلة عند سقوطها على سقف الدور الأخير قد لا تنفجر إلا بعد اختراقها لعدة أدوار وعادة لا يزيد ما تخترقه عن سطح وأربعة أسقف .

وليس هناك حل لمنع هذا التدمير المبدئى . ولكن من حسن الحظ فإن تأثيره ليس خطيراً . وهنا تبرز أهمية المنشأ المبنى من هيكل خرسانى مستمر إذ يستطيع المبنى أن يتحمل الإصابة المحلية الناشئة من التدمير المبدئى .

٢ — تأثير قوة التمزق المحصور على الحوائط والقواطيع

يجب أن يكون واضحاً أن السبب الرئيسى فى إنهيار المنشأ هى قوة القص Shear التى تسبب شداً قطرياً diagonal tension يكون هو العامل المؤثر فى الانهيار .

وعندما يحدث الإنفجار داخل إحدى الغرف فإن قوة التمزق تنعكس مراراً وتكراراً على الأسقف والحوائط . والنتيجة الحتمية لهذا أن تطول فترة وزمن الموجة الموجبة . ومن ثم تزداد قوة الدفع Impulse بازدياد هذا الزمن (من ١٠ — ٢٠ مرة عن الدفع فى الفضاء) .

ومن ثم تتحطم كافة الحوائط أو تدمر تدميراً كبيراً فى الطابق الذى حدث فيه الإنفجار . وتدمير هذه الحوائط فى ذاته ليس أمراً بالغ الخطورة ولكن المشكلة هى فى تأثيرها على الأعمدة الخارجية .

ويحدث لهذه الأعمدة الخارجية شروخ عند مستوى الأسقف العليا والسفلى وهذا ناتج من عاملين : أولهما : وهو قليل التأثير لكنه عامل على كل حال وهو انتقال قوى وأحمال أفقية من الحوائط إلى الأعمدة نتيجة لتماسك الحوائط بالأعمدة . والسبب الثانى وهو الرئيسى وهو أن قوة التمزق blast لا تستطيع أن تلف وتدور حول الأعمدة الخارجية لوجود الحوائط بينها ، ومن ثم فلا تستطيع أن تتعادل كما يحدث حول الأعمدة الداخلية التى لا توجد بينها حوائط إذ سرعان ما يلف الضغط حول هذه الأخيرة ويتعادل ، ومن هنا فإن قوة الدفع على الأعمدة الخارجية تصل من ٥٠ إلى ١٠٠ مرة ضعفاً لقوة الدفع على الأعمدة الداخلية التى تبعد نفس المسافة عن مركز الإنفجار .

ويخرج بنا هذا العرض إلى أن تقيم الأعمدة الخارجية ولا تتصل الحوائط بها بل يمكن عمل الحوائط الخارجية بعيدة عنها على كابولى Cantilever وواضح أن مثل هذا الحائط الغير مرتبط بهيكل المبنى هو نفسه ذو خطورة من هذا الوضع . وهكذا نجد أنه لتحل مشكلة ما قد يترتب على الحل النظرى مشكلة أخرى .

٣ — تدمير قوة التمزق المحصور للأسقف :

التأثير يماثل التأثير على الحوائط السالفة الذكر . . إلا أن الأسقف تختلف عن الحوائط فى أنها ذات مرونة (Ductile) عن الحوائط ، وبالتالى تتحمل الكثير من التغير والتشويه قبل أن تنهار ولتقليل الخسائر فى السقف يجب أن يكون السقف قوياً ومتصلاً تاماً بالهيكل الخرسانى إتصالا قوياً . وسنرى فى البند التالى أنه لتقليل الخسائر فى الكمرات يجب أن يكون الاتصال خفيفاً وليس قوياً . وواضح من هذا تعارض الرأى بالنسبة لكل منهما .

٤ — تدمير الكمرات نتيجة لانتقال الأحمال إليها من الأسقف :

التدمير الذى يحدث فى كمرات الأسقف أعلى الإنفجار وأكثر من الذى يحدث فى الكمرات أسفل الانفجار ذلك لأن الأسقف غير مصممة على أثقال تأتيها من أسفل إلى أعلى .

ولتقليل الخسائر فى الكمرات يستحسن أن تتصل الأسقف بالكمرات إتصالا خفيفاً وبذلك تتطاير الأسقف بمجرد حدوث ضغط عليها من الإنفجار ولا ينتقل إلى الكمرات حمل إضافى زائد منها . وواضح من الناحية الإنشائية إذ لم يكن السقف جيد التثبيت مع الهيكل الخرسانى فإنه سيتحطم ويتساقط ركاما على الأسقف أسفله فيزيد من

الأحمال عليها وتتساقط بدورها سقفا أثرآخر . بينما لو كان السقف جيد التثبيت فى الـكمرات لما تساقط . لـكن كما سبق فإن جودة التثبيت لها خطورتها على الـكمرة . وهكذا نجد أن مطلب السقف والـكمرة مطلبا . متعارضاً فلسلامة الـكمرة يجب أن يكون تثبيت السقف فيها خفيفاً ولسلامة السقف يجب أن يكون تثبيته فى الـكمرة جيداً .

ومن هنا نجد أن المنشآت التى تنشأ لأغراض الأعمال الوقائية لا تعمل فيها كمرات إنما هى أسقف سميكة متصلة بحوائط سميكة وكلها كهيكل خرسانى واحد . وبهذا نتفادى هذا الصراع بين الـكمرة والسقف .

٥ — تدمير الأعمدة نتيجة الاحمال الرأسية (سواء لأعلى أو أسفل) المنتقلة إليها من الـكمرات والأسقف :

يحدث من الانفجار أن يندفع السقف السفلى إلى أسفل والسقف العلوى بقوة عكسية إلى أعلى لمسافة ما بين ١٠ و ١٥ بوصة ويترتب على هذا شروخ فى العمود عند السقف العلوى وآخر عند السفلى .

وهذا الإندفاع من الضغط قد يحدث وقد لا يحدث منه تدمير .

ولعلاج أثر الضغط العلوى وقوى الشد التى تنتقل إلى الأعمدة وما يعقبها من شروخ أو تدمير لدينا حلان :

الأول : وهو أن نجعل ترابط الأسقف والـكمرات بالأعمدة خفيفاً كما ذكرنا فى حالة الـكمرات ، وبالتالى نصطدم بنفس العيب السابق ذكره .

الثانى : وهو زيادة جهد الشد (Tensile-strength) للعمود باطالة المسافات التى تلتقى عندها نهايات الأسياخ المجنشة (٥٠ مره نصف قطر السيخ كالمدرسة الأمريكية أو من ٨٠ إلى ١٢٠ مرة نصف قطر السيخ كالمدرسة الانجليزية) . وعندما يحدث إنهيار فى الأعمدة نجد أن الانهيار فى الأعمدة السميكة نتيجة القص بينما فى الأعمدة الرفيعة نتيجة عزم الإنحناء .

٦ — التدمير الثانوى نتيجة الأعضاء الحاملة :

وهذا النوع من التدمير ضئيل فى المنشآت ذات الهيا كل الخرسانة إذ أن الترابط بين الأعضاء الحاملة نادراً مايسمح بهذا .

الانفجار عند الانفاق :

يحدث عندما تنفجر قنبلة بالقرب من نفق محفور فى الجبل أن ينساب إلى هذا النفق قوة تمزق محصورة فى حيز ضيق ذات تأثير مدمر ورهيب ، وهذا اقتضى التفكير فى مصايد لقوة التمزق تمتصها لتقلل من أثرها سواء للانفاق اللازمة لتخزين المهمات .

وتتكون المصيدة اللازمة لوقاية الأفراد من ثلاث حوائط من الخرسانة المسلحة كل منها بسمك (٩ً ٩َ) على الأقل وتوضع الحوائط الثلاث أمام فتحة المدخل وبعرضها زائداً عرضاً يساوى ثلاثة أرباع العرض من كل الجانبين .

وهذه الحوائط تترابط تماماً فى الصخر وتثبت معه بأسياخ قطر ١ بوصة .

أما مصيدة قوة التمزق فى الانفاق التى تستخدم لتخزين العربات والمهمات والتى يتطلب الأمر أن يكون مدخلها خالياً من الحوائط الواقية أمامه على النحو الذى اتبع فى مداخل إنفاق الأفراد . فإنه ينشأ فيها جيوباً تمتص قوة التمزق المتسللة إلى النفق على النحو الذى يوضحه الشكل التالى وهذا الجيب عرضه كعرض النفق وعمقه مثل العرض ومن المفضل أن يكون ضعفه . ويجب ألا يقل عدد هذه الجيوب عن ثلاثة على الأقل لتضعف من كثافة الضغط وتأثيره .

أمثلة للحل

الغرض :

ثلاثة أمثلة للحل (حلولها موضحة فيما بعد بالانجليزية)

— المثال الأول : لسطح خرسانى معرض للضرب المباشر .

— المثال الثانى : لتأثير القنبلة داخل التربة .

— المثال الثالث : للجمع بين سطح خرسانى فوقه تربة ما واخترقتها قنبلة .

ونورد هنا رؤوس الأمثلة الثلاثة بالعربية . ولقد آثرنا تكرار رؤوسها بالانجليزية فيما بعد . حتى نزيد فى التعريف بالإصطلاحات العلمية المستخدمة مع حلولها بالانجليزية أيضاً .

١ — المثال الأول :

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطل خدمة عمومية (ج . ع) من طائرة تسير بسرعة ٣٥٠ ميل ساعة على ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم . فإذا سقطت القنبلة على سطح خرسانى . فما هو السمك اللازم لمنع التشقق .

(افترض أن جهد الضغط للخرسانة ٣٠٠٠ رطل للبوصة المربعة) .

٢ — المثال الثانى :

سقطت قنبلة ٥٠٠ رطـــل نصف مدرعة خارقة (S.A.P.) من طائرة بسرعة ٣٥٠ ميل ساعة على ارتفاع ٢٠٠٠٠ قدم . احسب مدى اختراقها فى تربة طفيلية رملية .

٣ — المثال الثالث :

كلفت بدراسة تصميم منشأ خرسانى . والمطلوب أن تتحقق من سمك السقف اللازم للوقاية للتأكد من مدى فاعليته .

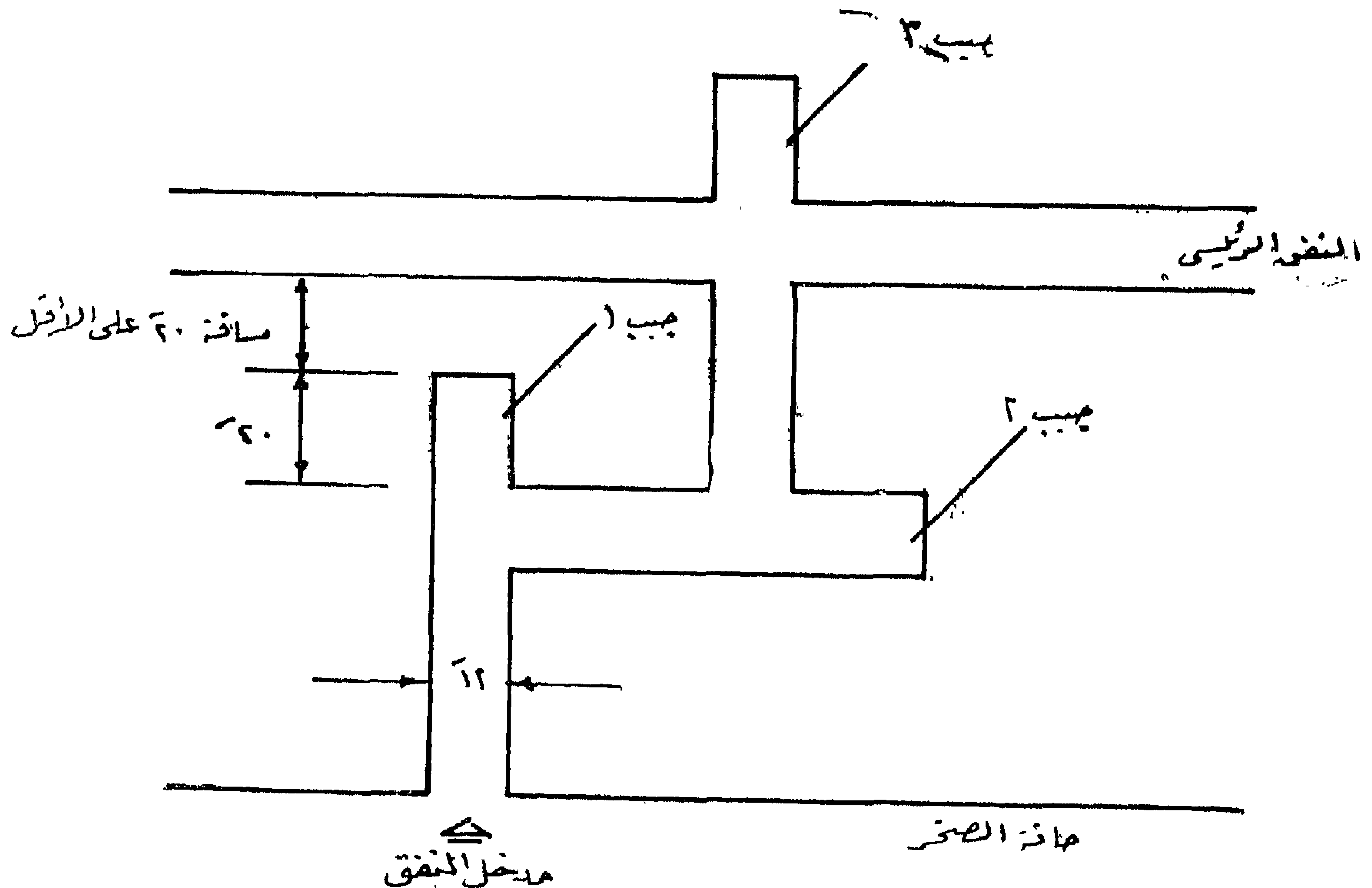
المعلومات عن المنشأ كالآتى :

— المنشأ لمقاومة تأثير اختراق قنبلة ٥٠٠ رطل نصف مدرعة خارقة سقف من طائرة على ارتفاع ١١٠٠٠ قدم من السطح وسرعة الطائرة ٢٥٠ ميل/ساعة .

— السقف مكون من ٥ قدم تربة طفلة رملية فوق ٤ قدم خرسانة مسلحة جهد الضغط لها ٢٥٠٠ رطل للبوصة المربعة .

والمطلوب :

مستخدمين معامل أمن بمقدار (١٥٪) من الخرسانة هل يكفى هذا السقف لمنع تأثير التشقق .



شكل رقم (١٩)

الفصل الرابع

المنشئات الواقية . . ووقاية المنشئات القائمة

الغرض هو التعريف بالآتى :

١ — المنشآت الواقية من الضرب المباشر

٢ — المنشئات الواقية من أثر قوة التمزق وأثر الشظايا بأنواعها .

٣ — التعديلات الممكن عملها للمنشئات القائمة لتحقق فيها نوعاً من الرقابة .

٤ — الحوائط الواقية

مقدمة : مما سبق يجب أن نتذكر ما يلى :

أن القنابل الشديدة الانفجار تسبب خسائر فى المبانى ذات الهياكل بإحدى الوسائل التالية :

(ا) إما بالصدمة وبالاختراق الناشئين قبل الانفجار . Impact and penetration

(ب) أو بقوة التمزق Blast .

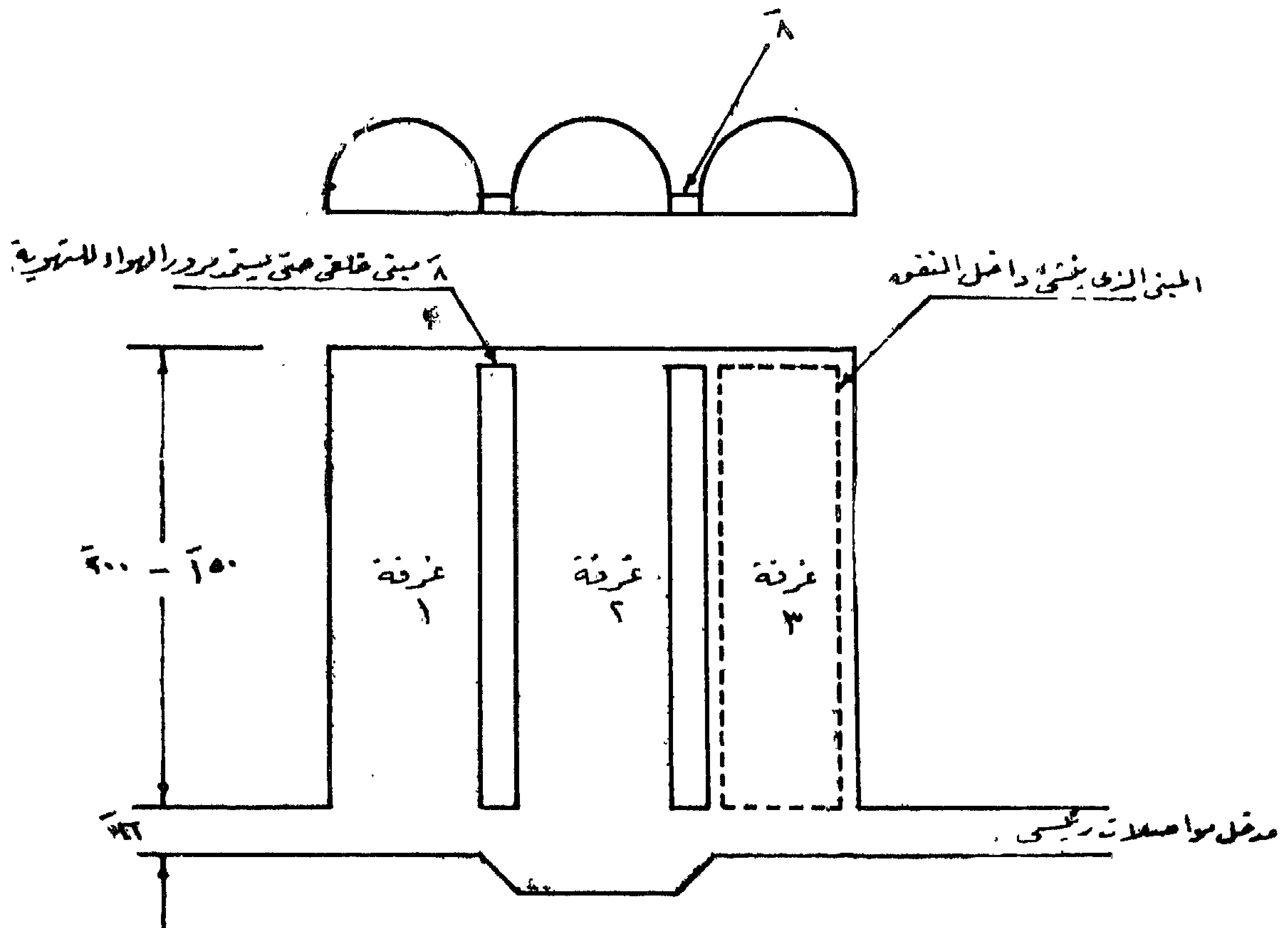
(ج) أو بشظايا القنبلة Splinters .

(د) أو بالهزة الأرضية الناشئة من الانفجار تحت الأرض Shock waves .

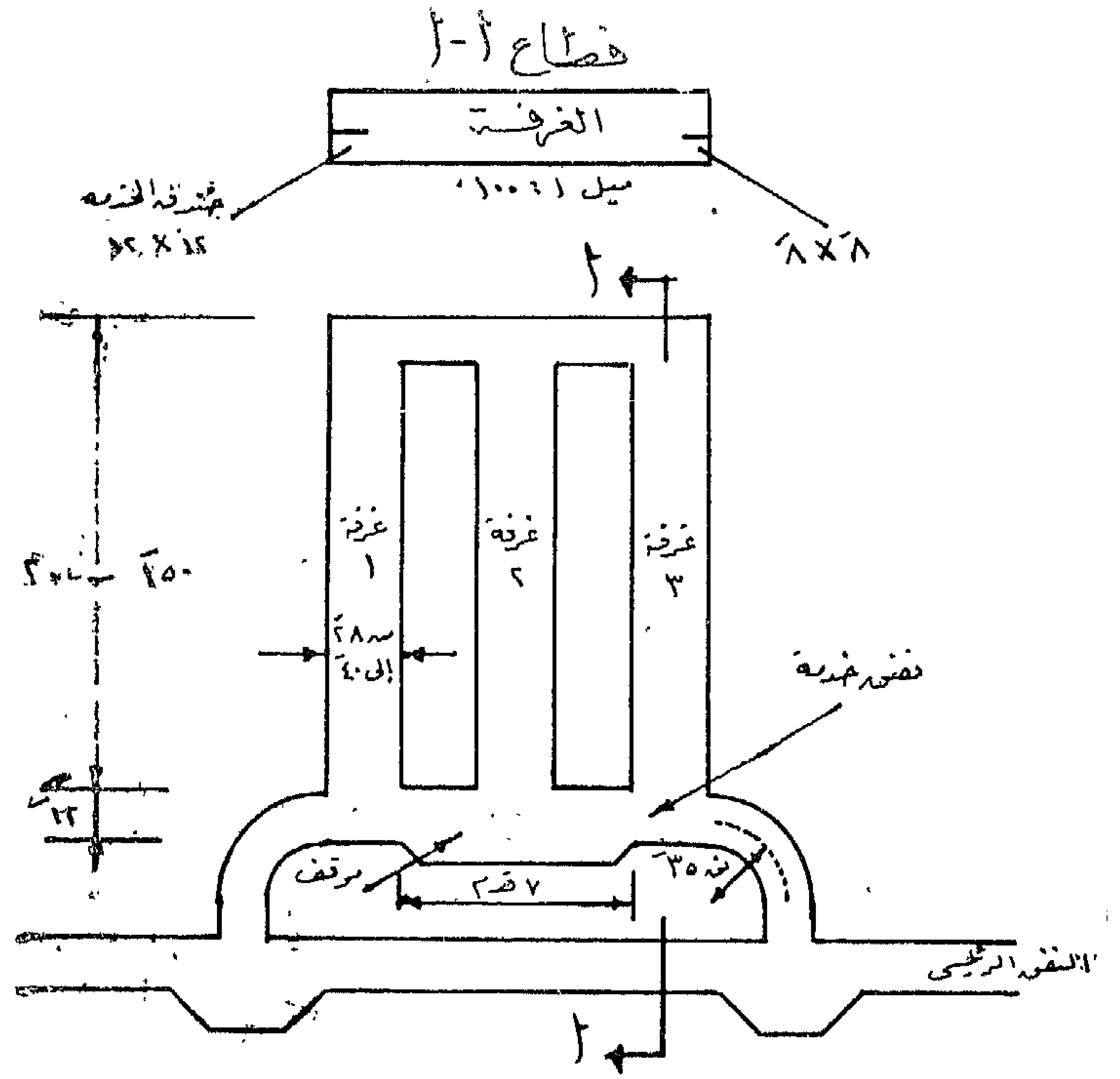
(ه) أو بالركام المتطاير من الحفرة التى حدث فيها الانفجار .

(و) أو بما يتطاير أو يتساقط من منشئات دمرت إلى منشئات لم تدمر بعد Debris Loads .

والمنشأ الواقى عموماً يصمم عادة ليعطى درجة وقاية من الضرب المباشر أو الضرب القريب منه من جميع أنواع القنابل ذات الوزن الواحد . ودرجة الوقاية تحددها عادة أهمية المحتويات المطلوب الحفاظ عليها ووقايتها .



شكل رقم (٢٠)



مدخل الغرف بنفق آخر للخدمة خلاف النفق الرئيسي

شكل رقم (٢١)

واختيار نوعية المنشأ الواقى تتوقف على مطالب الوقاية والهدف من هـذا المنشأ . وفى كثير من الحالات نجد أن المنشآت المصممة للوقاية من القنابل تعطى وقاية من مقذوفات المدفعية وفى الجزر والشواطىء الساحلية من مدفعية الأسطول.

والآن لنتناول كل نوع من المنشئات على حدة .

١ — المنشئات الواقية من الضرب المباشر :

أولا : من ناحية النوع إما :

(ا) أنفاق .

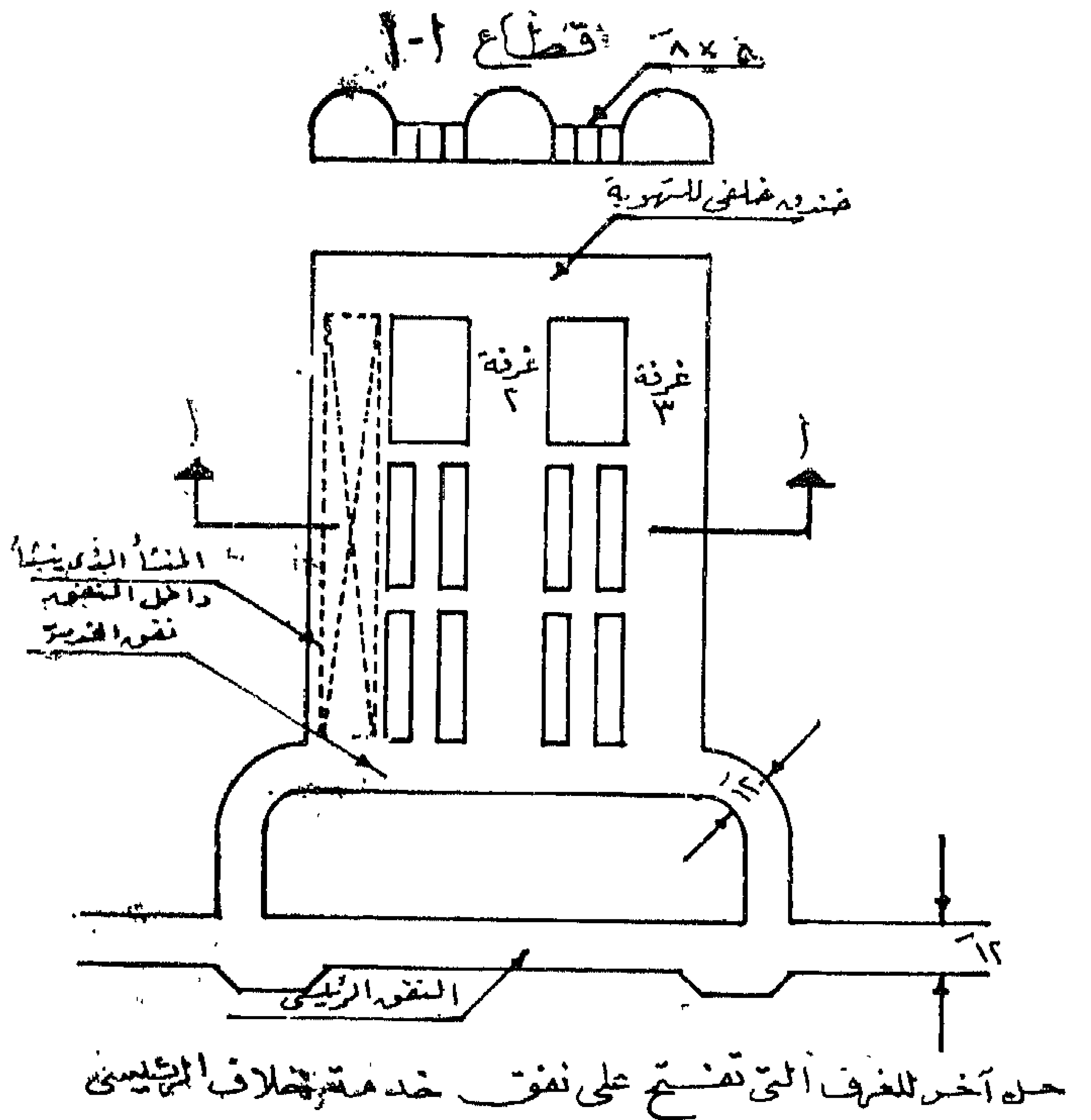
(ب) منشئات واقية فى تربة جافة إما مدفونة أو نصف مدفونة .

(ج) منشئات واقية فى تربة حاملة المياه .

(د) منشئات ذات طبقة لتلقى الانفجار .

(ه) منشئات سطحية .

(و) منشئات ميدانية واقية .



حل آخر للغرف التى تفتح على نفق خدمة خلاف الرئيسى

شكل رقم (٢٢)

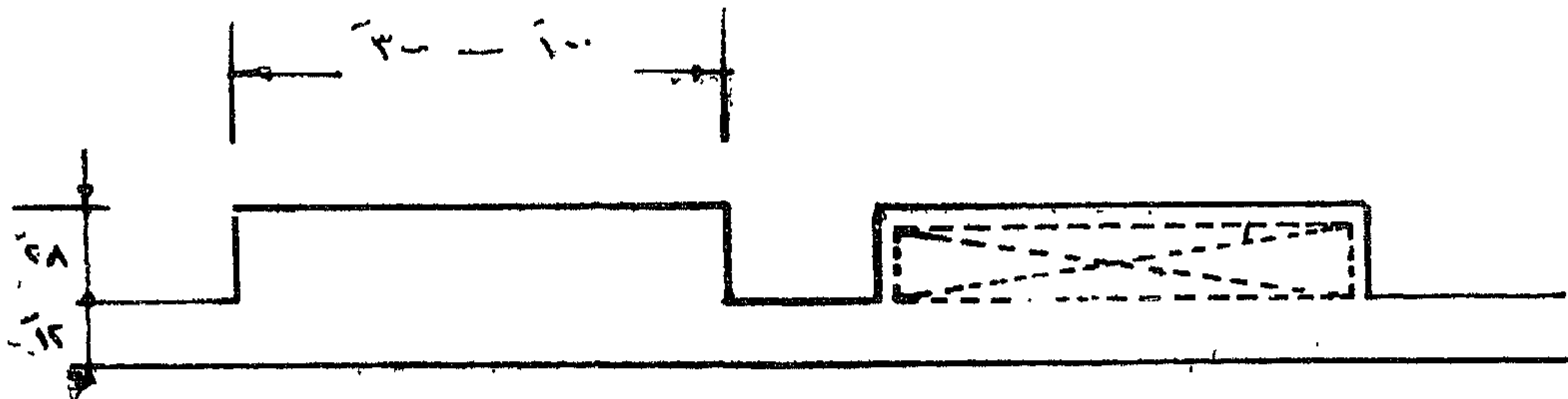
١ — الأنفاق :

تعطى الأنفاق وقاية كاملة من كافة الأسلحة حتى الأسلحة الذرية .

وهى تفضل فى الجرانيت ثم الحجر الصناعى ثم الحجر الرملى ثم الحجر الطباشيرى على التوالى . والحوائط الخرسانية والسقف التى تنشأ داخل النفق يجب أن تربط جيداً بجدران النفق .

ومن المفضل فى التربة الطينية أن تكون الأنفاق دائرية أو نصف دائرية حيث أنها تتحمل ضغوط التربة .

وفيما سبق بعض نماذج الأنفاق أنشئت فى جبل طارق . وفى الحلول السابقة كأمثلة يراعى أن الغرف عمودية على اتجاه النفق الرئيس بواجهة من ٢٨ إلى ٤٠ قدم وبطول من ١٥٠ إلى ٢٠٠ قدم ويوجد خندق خلفى يصل بين نهايات الغرف وقطاعه صغير وفائدته السماح للهواء بالمرور



شكل رقم (٢٣)

وبالتالى يصبح الجو فى الداخل جافاً ومتجدداً. أما إذا انتهت الغرف بنهاية غير متصلة فإن الجو يصبح رطباً .

وفى بعض الأحيان تنشأ الغرفة موازيه للنفق الرئيسى وهذا النوع من الغرف يسهل تقسيمه إلى غرف متعددة ومخازن .. إلخ (شكل ٢٣) .

ويلاحظ أن عرض الغرف إذا زاد عن ١٢ قدم يجب أن يكون على هيئة عقد بارتفاع ١/٥ عرضه .

وفى أنفاق جبل طارق كان أكبر نفق بعرض ٥٠ قدم على هيئة عقد ارتفاعه ١١ قدم وارتفاع ٣٣ قدم لقمة العقد وطول ٣٨٠ قدم .

ويجب أن يترك فراغ بين المنشا داخل النفق وجداره كما تعمل حفر كمجرى لتجمع المياه (شكل ٢٤).

(ب) منشآت واقية فى تربة جافة :

وهذا النوع من المنشآ قد يكون مدفوناً وسقفه تقريباً فى مستوى سطح الأرض أو قد تكون نصف مدفونة .

وعند التصميم يصمم :

(ا) السقف على الضرب المباشر فوقه كإحدى الحالات السابقة التى أسهبنا فى الحديث عنها .

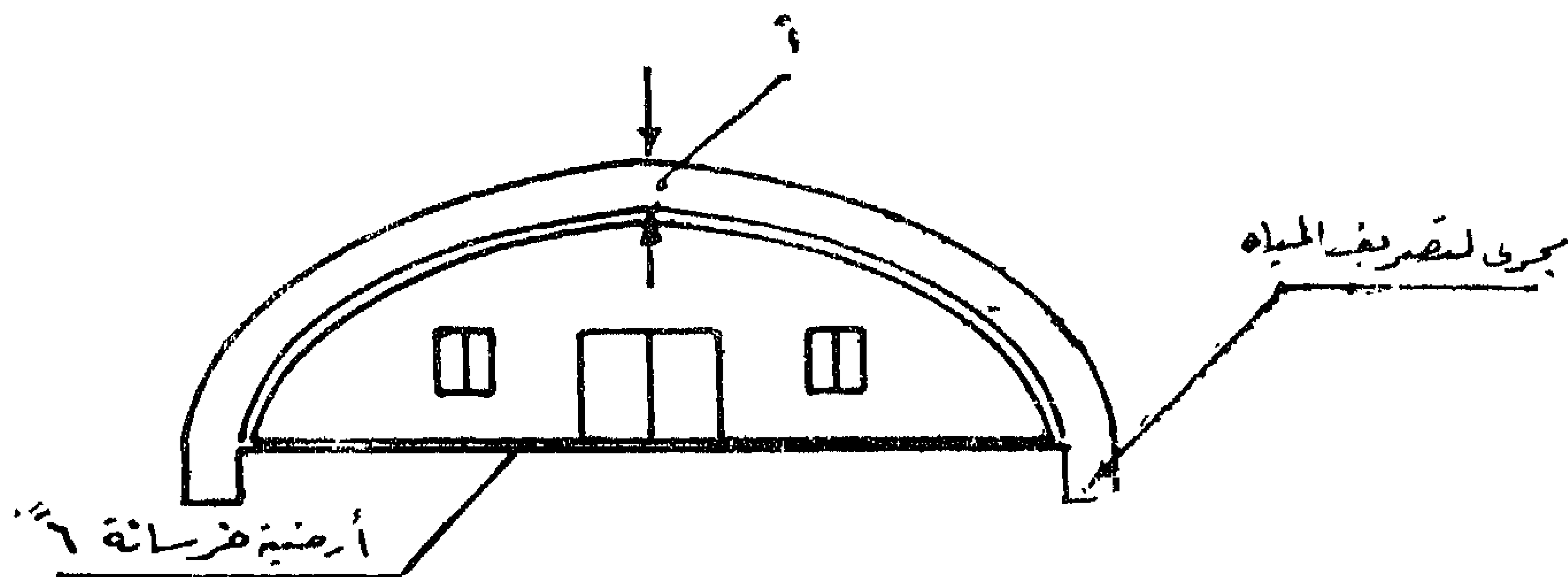
(ب) الحوائط تصمم على إنفجار ملاصق لها فى منتصف ارتفاعها أى $T = 1.4\ W^{1/3}$ قدماً .

(ج) الأرضية تصمم على مقاومة الإنفجار فى حيز محدود من قنبلة تجحت فى إختراق التربة ، والتفت لتخترق الأرضية أى :

$T = 1.4\ W^{1/3}$ قدماً .

وهذا التأثير يمكن تقليله بوضع طبقة من الردم من مادة مسامية . غير مدكوكة بجوار الحائط أو بعمل فراغ حيالها بإنشاء حائط ساند ، فهذا الفراغ يمتص كثيراً تأثير الضغط الناشىء من الانفجار فى حيز محصور .

وفى حالة عمل حائط ساند على بعد من الحائط الأصلى لخلق فراغ بينهما يمكن أن يكون الحائط الساند الخارجى بسمك يعطى خسائر متوسطة . $T = 1.2W^{1/3}$.



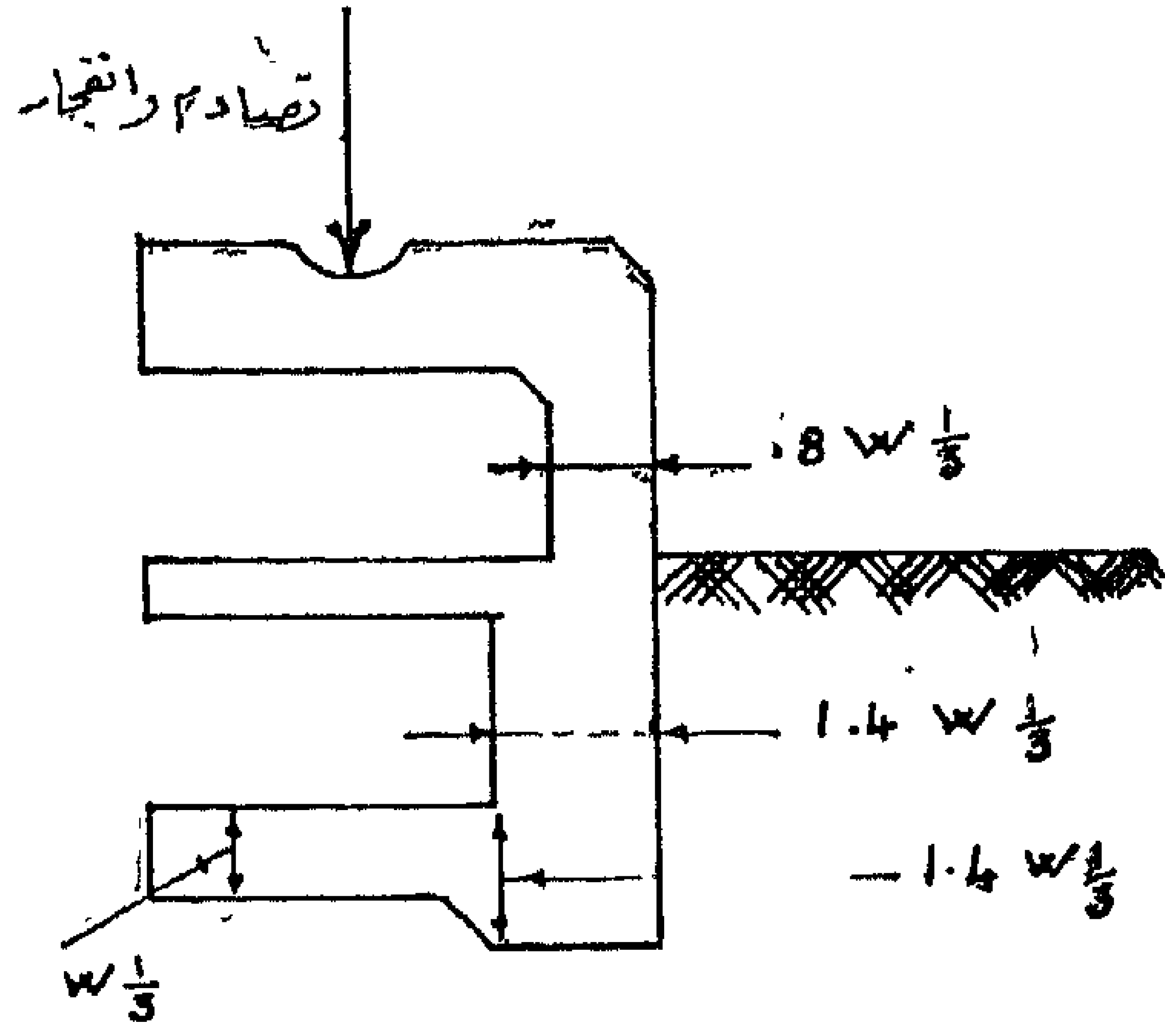
شكل رقم (٢٤)

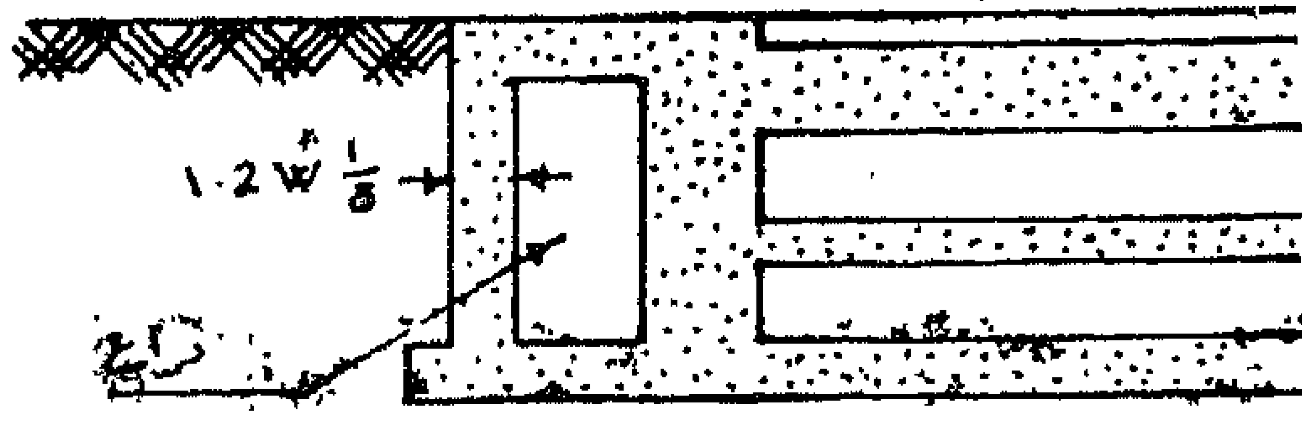
والحائط الداخلى الذى يتعرض لصدمات الحبيبات المتطايرة من الخرسانة يكفى أن يكون بسمك معقول يقابل التصميم الاستاتيكى للمنشأ ، ويمكن بصفة عامة أن يكون $.2\ W^{1/3}$ حتى يصبح مجموع سمكه وسمك الخارجى $1.4\ W^{1/3}$

ويوضح الجدول رقم (٧) سمك الحوائط اللازمة لمقاومة قنبلة (خ ع.) فمثلا إذا كانت القنبلة ٥٠٠ رطل خ. ع. نجد من الجدول (٧) أن الحائط الموجود فوق الأرض المعرض لإنفجار قنبلة ملاصقة $T = .8\ W^{1/3}$ ونجد أن السمك (٦ً ٤َ).

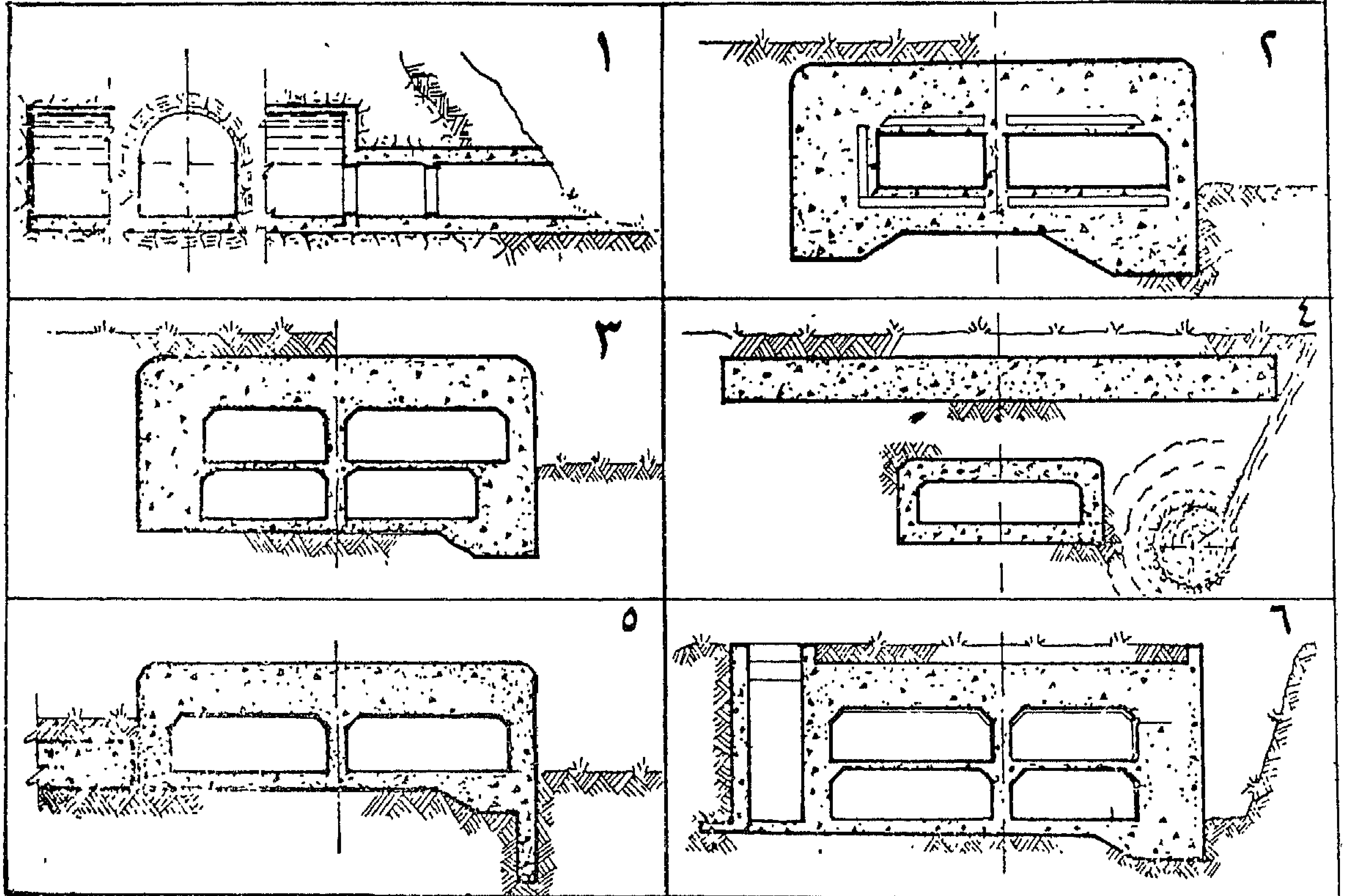
كذلك نجد أن سمك الحائط المدفون ، والذى معادلته $T = 1.4\ W^{1/3}$ هو (١ً ١١َ).

كذلك نجد أنه إذا عمل حائط ساند وفراغ فإن الحائط الساند الخارجى سمكه $1.2\ W^{1/3}$ وهو (٦ً ٦َ) والداخلى (٦ً ١َ).





شكل رقم (٢٥) وضع القنبلة بالنسبة للمنشأ عند التصميم



شكل رقم (٢٦) نماذج من المنشآت الواقية

١ — نفق فى الصخر . ٢ — الجانب الأيمن فى أرض حاملة للمياه ومثلها الجانب الأيمن فى ٣ والجانب الأيمن فى ٥
— الجانب الأيسر لتقليل خسائر لحائط الردم خلفه من تربة مسامية غير مدكوكة .

٣ — الجانب الأيمن مثل الأيمن فى ٢ الجانب الأيسر مثل الأيسر فى ٢ . ٤ — بلاطة واقية لمقاومة الاختراق والانفجار .

٥ — الجانب الأيمن كالأيمن فى ٢ والأيسر طبقة واقية تمتص الإحراق والانفجار . ٦ — لتقليل خسائر الانفجار تحت الارض .

(أ) إما يترك فراغ كما فى الجانب الأيسر محفوظة بحوائط ساندة أو (ب) يترك كما فى الجانب الأيمن .

(د) وإذا كان المنشأ نصف مدفون فنفس الحالات ويزيد عليها تصميم الحائط أعلى الأرض وهذا يصمم على إنفجار قنبلة ملاصقة له أى $T = .8\ W^{1/3}$ قدماً .

(هـ) أما باقى الأرضية ، أى الجزء الذى لن تستطيع القنبلة أن تصل إليه لو التفت تحت الأساس .. فلا داعى لأن يكون السمك بالمعادلة $T = 1.4\ W^{1/3}$ ويكفى أن يكون السمك $T = .7\ W^{1/3}$ قدماً .

(ج) الإنشاء فى أرض بها رشح :

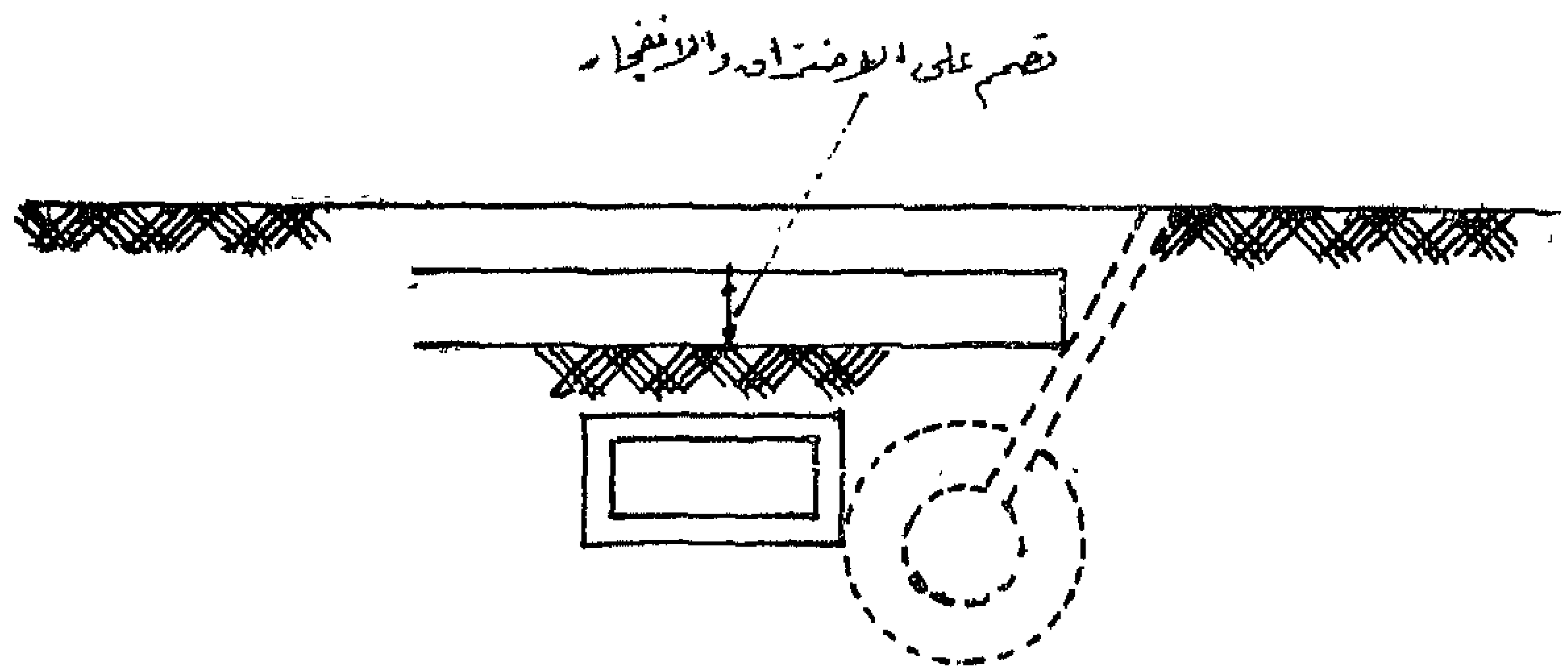
قد تدعو الضرورة عمل المنشأ تحت الأرض وتكون المياه الجوفية قريبة . وهنا يلزم أن تكون الحوائط معالجة لمنع نفاذ المياه بالوسائل الهندسية المعروفة . والتصميم لا يختلف عن المعادلات السابقة .

وفى الجزء التالى عن مبادىء تسليح المنشآت الواقية أحد هذه الحلول لمعالجة المياه .

(د) عمل المنشأ فوق بلاطة واقية :

والبلاطة الواقية من الخرسانة العادية ، أو الخرسانة المسلحة تعمل لتلقى الضربة المباشرة من القنبلة ، ويترتب على إصطدام القنبلة بها واختراقها وانفجارها أن يحدث بها شروخ — وإذا جاءت الضربة فى جانبها عند حافتها ، فقد تنزاح جانباً .

وتصمم هذه البلاطة على مقاومة الاختراق وكذا الإنفجار وعلى هذا يصمم سقف المنشأ الرئيسى لمقاومة الموجة الضاغطة (الاهتزاز) الناشىء من قنبلة استطاعت أن تنفجر تحت الأرض محدثة هزات أرضية بمعرفة نصف قطر التصدع .



(شكل ٢٧)

(هـ) المنشأ فوق الأرض :

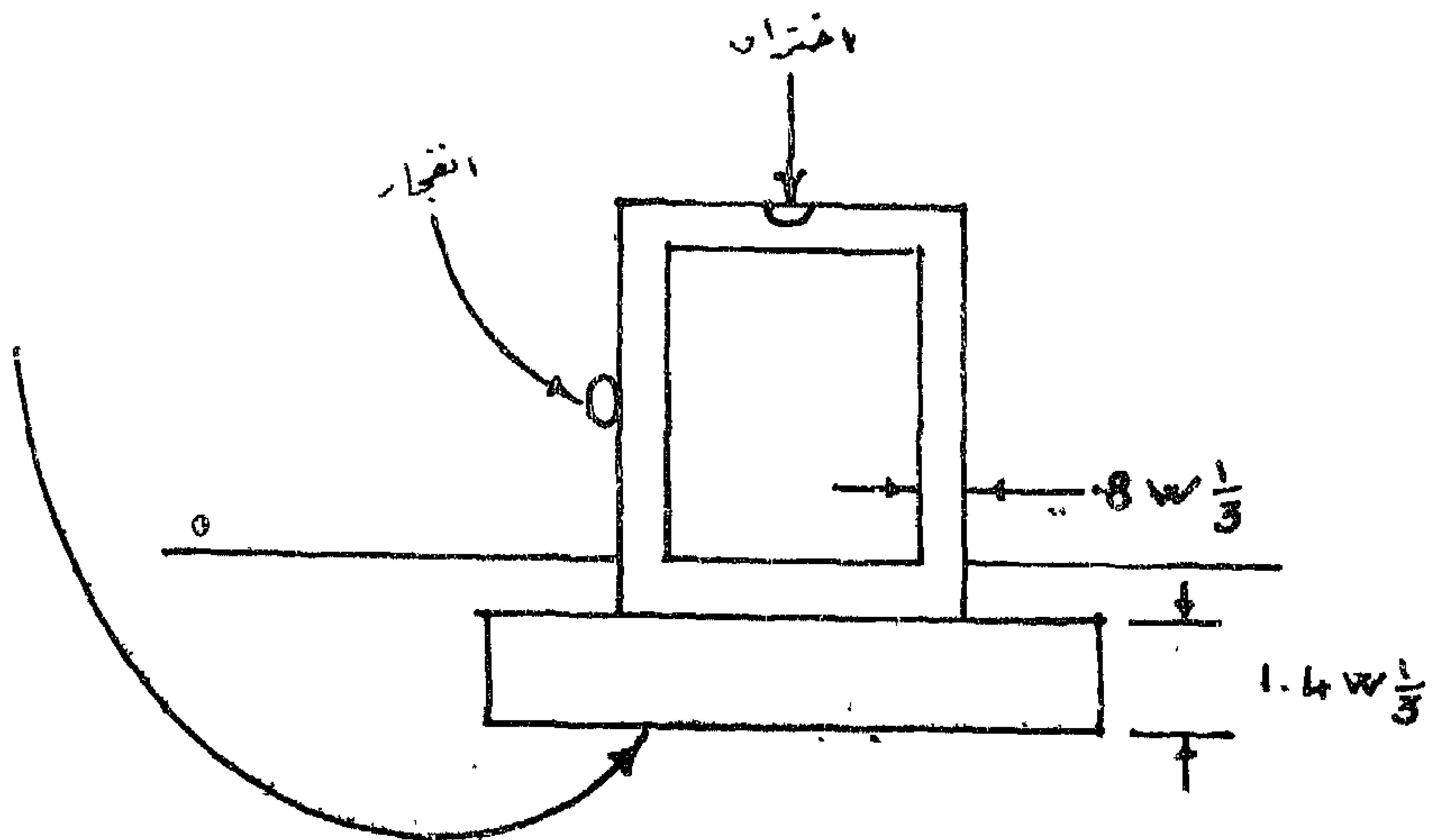
(شكل ٢٨)

وهذا النوع لا يتعرض للهزات الأرضية ، عدا الأرضية التى قد تتعرض لها إذا ما انفجرت قنبلة تحت الأرض . وهو أكثرها إقتصاداً ، وعيبه صعوبة الإخفاء وتعرضه لنيران المدفعية وعلى هذا لا يفضل إلا حينما يكون الإخفاء ثانوياً .

ويصمم الحائط ضد الإنفجار الملاصق فى منتصف المسافة أى $T = .8\ W^{1/3}$ قدماً .

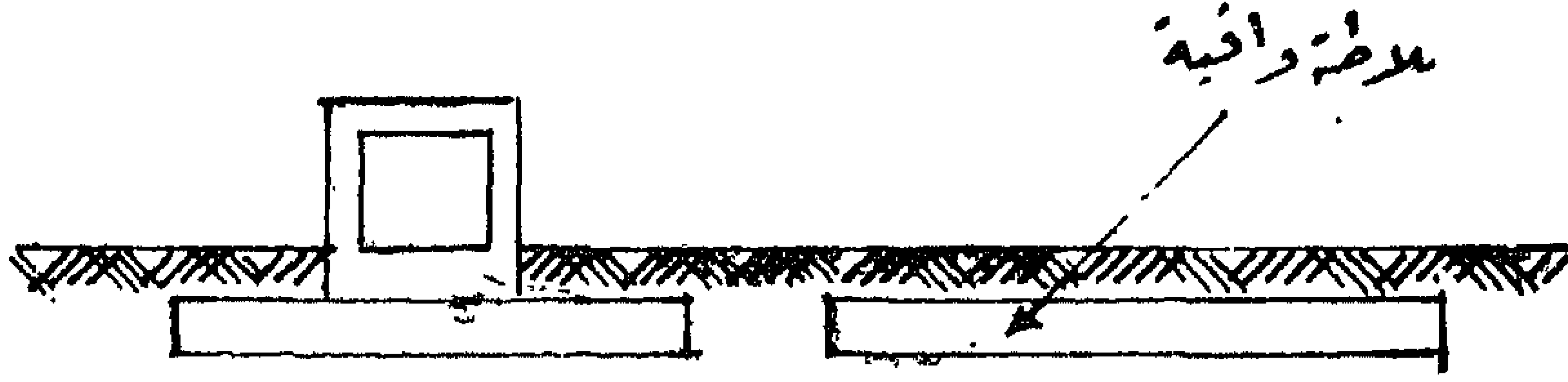
ويصمم السقف لمقاومة الاختراق والإنفجار .

وتصمم الأرضية ضد الإنفجار الملاصق فى حيز محصور أى $T = 1.4\ W^{1/3}$ قدماً .

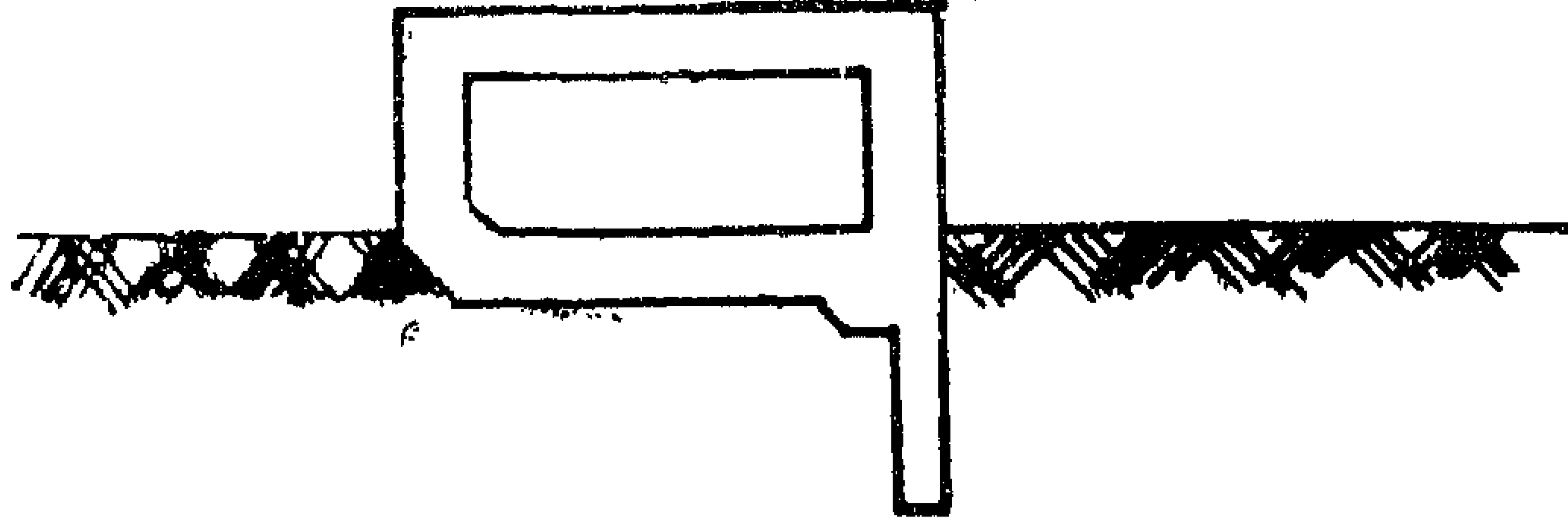


(شكل ٢٨)

إلا أنه من الممكن تقليل سمك الأرضية بوضع طبقة واقية تتلقى الصدمة بجوار الأساس وتمنع إختراق القنبلة من الوصول إلى هذا الأساس .



أو بعمل إمتداد رأسى يمنع القنبلة من الالتفاف تحت الأساس .



(شكل ٢٩)

على أنه بصفة عامة يجب أن يكون المنشأ كله كصندوق متصل حتى يستطيع إمتصاص الطاقة التى يتعرض لها من إنفجار ملاصق أو قريب .

(و) منشآت ميدانية واقية :

وفى الميدان ، وحينما لا يتوافر من المواد سوى الرمل والأحجار والزلط وبعض الأخشاب ، أو القضبان ، يمكن عمل المنشأ الواقى على النحو التالى ، وهو الأسلوب الذى اتبعته إسرائيل فى إنشاء خط بارليف على قنال السويس . (شكل ٣٠ ، ٣١)

ثانياً ـ من ناحية مواد الانشاء :

(ا) ما هى شروط المادة التى يبنى منها هذا النوع من المنشآت ـ ولماذا ؟ .

إذا علمنا أن الطاقة التى يمتصها عضو من مركبات المنشئات تقاس بالمساحة المحصورة بمنحنى الحمل والانحراف . Load deflection curve

وفى امتصاص العضو لهذه الطاقة فإنه يتعدى مرحلة المرونة Elasticity ويدخل فى المرحلة العجينية أو اللدنة plasticity على مسافة قصيرة منه . ونحن نحتاج إلى مادة فيها هذه الصفة ومن ثم فنحن نحتاج إلى مادة مطيلية (ductile) — وهذا هو الشرط الأول أن تكون المادة مطيلية .

وهل يكفى هذا الشرط ؟ والإجابة لا .

وذلك لأنه لو سقط ركام فوق العضو بزاوية ما فقد يحركه من مكانه، وبالتالى ينهار هذا العضو ، ولو أنه عضو مطيلى المادة . ولتفادى هذا يجب أن يكون العضو جزءاً من منشأ مستمر continuous structure وعلى هذا تكون صفة الاستمرار (Continuity) هى الشرط الثانى .

ومن ثم يتضح لنا أن المادة المطلوب استخدامها لإنشاء المنشأ الواقى يجب أن يتوافر فيها شرطان :

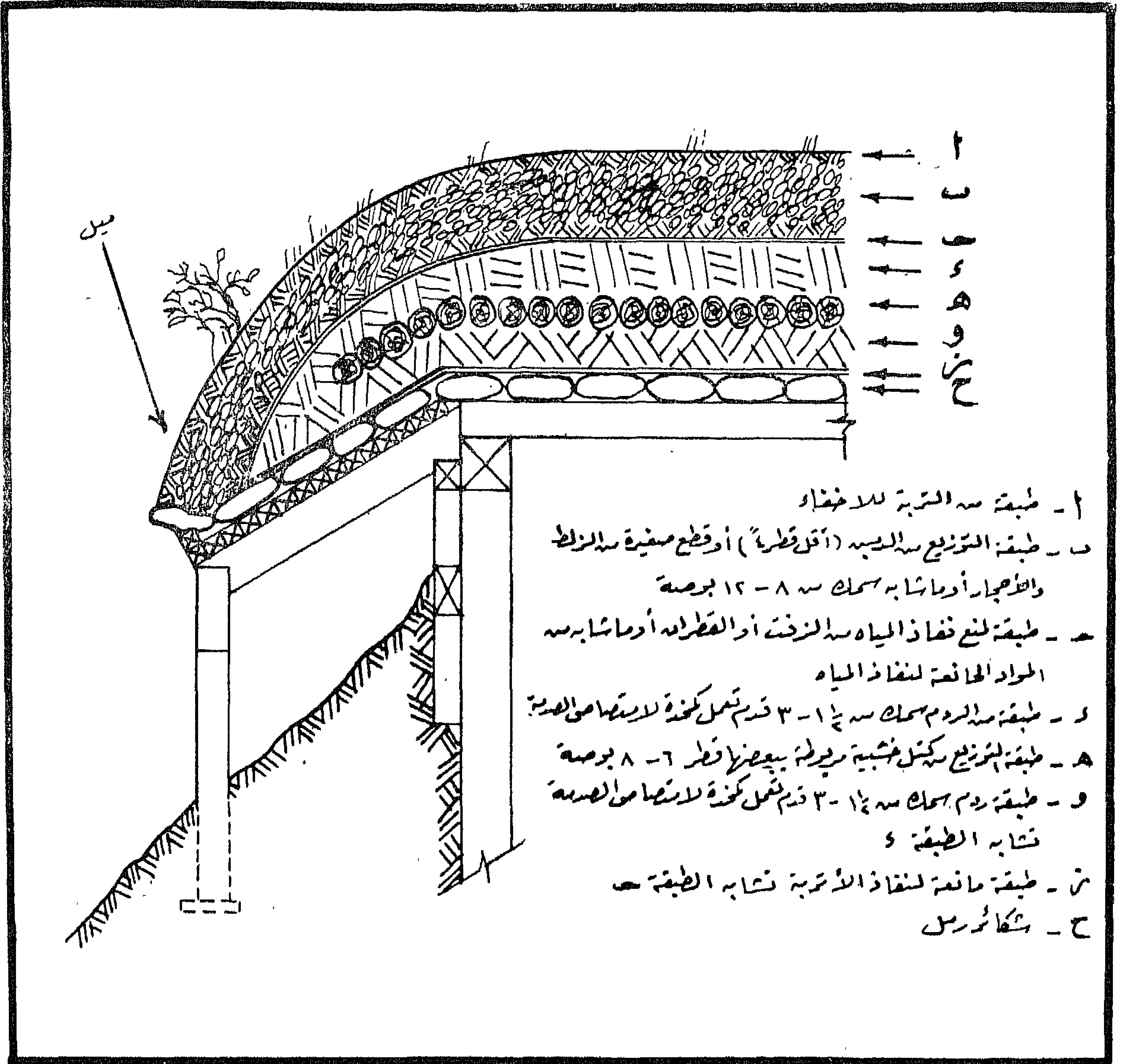
الأول — المطيلية Ductility

الثانى — صفة الاستمرار أو الاتصال Continuity

والخرسانة المسلحة يتوافر فيها هذان الشرطان بينما الخرسانة العادية مادة قصيفة (brittle) وكذلك الطوب ـ وهذا النوع من المواد لا يستطيع أن يتعدى مرحلة المرونة ولا يمكنه أن يدخل فى المرحلة اللدنه من تأثير الانفجار دون أن يبدأ فى الانكسار والشروخ والانهيار .

وهكذا يمكن أن نخرج بالآتى :

. تعمل المنشئات الواقية من مواد مطيلية (Ductility)



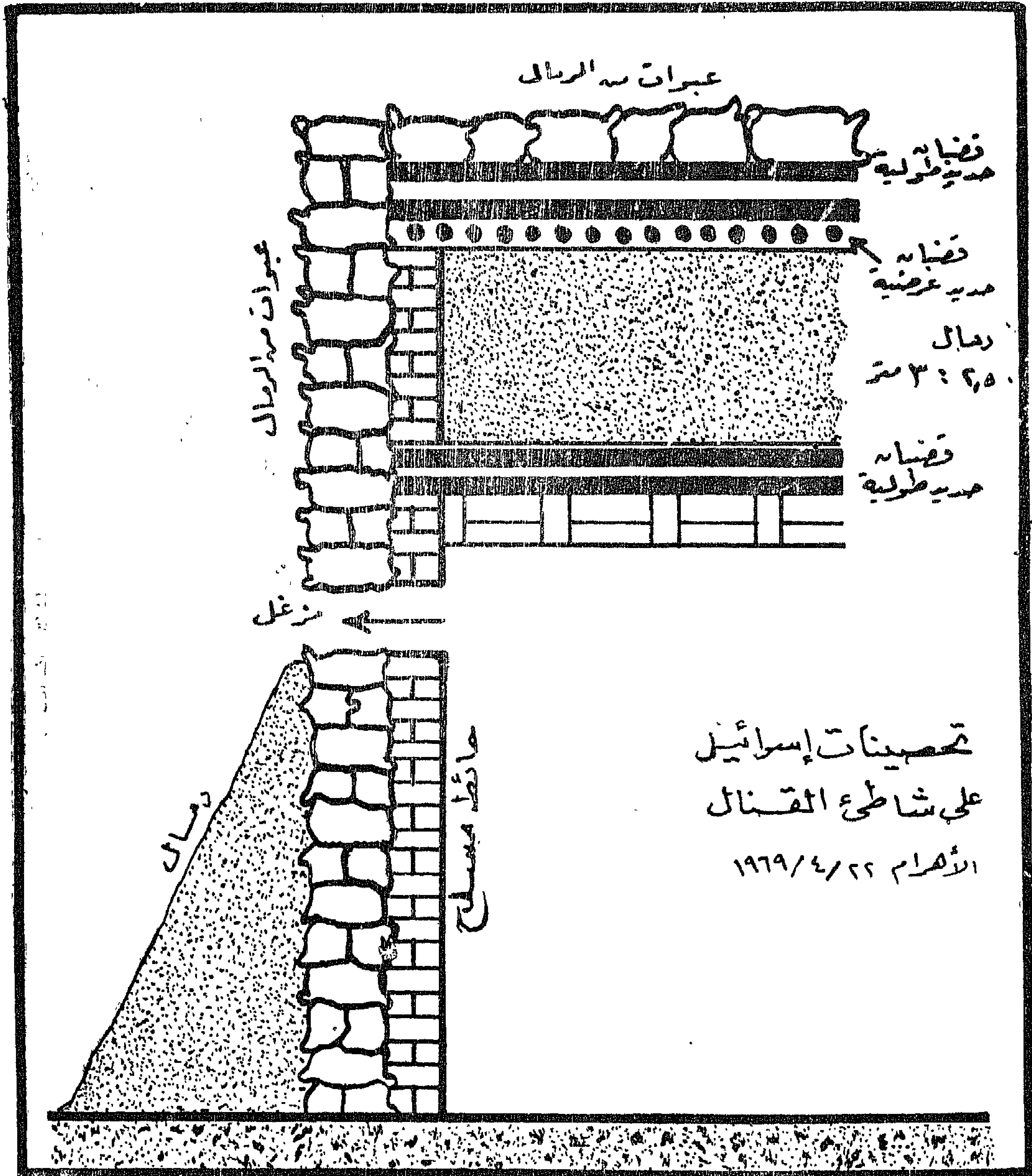
(شكل ٣٠) نموذج لسقف واق من الشظايا والحرق

ويكون المنشأ مستمر الاتصال (Continuity) ولكي يكون كذلك ، يلزم أن يكون على هيئة صندوق حتى يحقق الشرط الثاني (box type) .

ونعود إلى الخرسانة المسلحة فنجد أنها أفضل المواد حيث يمكن صبها في أي صورة وشكل بأسماك ضخمة بالإضافة إلى توافر المواد المكونة لها بسهولة ويسر . . وتتناسب مقاومة الخرسانة لاختراق مقذوف ما مع الجذر التربيعي لجهد الضغط لها Compressive Strength ومن ثم فمن الضروري العناية بخلطها وصبها وشكها حتى تصبح بهذا قادرة على تحمل جهد الضغط المفروض أن تتحمله .

ولضمان أن تكون الخرسانة ذات خلطة بكثافة موحدة فيلزم استخدام الهزازات الميكانيكية . . وإذا كان الاختراق في الخرسانة التي جهد الكسر فيها بعد ٢٨ يوم هو ٤٠٠ كج / سم^2 هو (س) فإنه يكون لذات الجهد ٢٢٥ كج / سم^2 (١½ س) ، ولذات الجهد ١٥٥ كج / سم^2 (٢ س) .

(ب) مكونات الخرسانة من رمل وزلط . . الخ يجب



(شكل رقم ٣١)

أن تتكون من حبيبات صلبة نظيفة متدرجة من أكبر حجم ممكن . . وهنا نلفت النظر إلى إهتمامنا بالتدرج من أكبر حجم ممكن تسمح به إمكانية التنفيذ من سمك الخرسانة أو من المسافات بين أسياخ الحديد . وذلك لأنه ثبت أن الاختراق يقل كلما كبر حجم الحبيبات خاصة إذا كان حجم أكبر حبيبة أكبر من عيار القذوف المخترق للسطح . . . وواضح أن الأحجام الكبيرة جداً لا تعقل إذا كان المقذوف ضخماً جداً . . ولكن بالاختصار يمكن القول أن التدرج من أكبر حجم ممكن فى التنفيذ أمر له أهمية .

(ج) وبالنسبة لحديد التسليح . . نجد أن فائدة التسليح بالنسبة لتقليل الاختراق تكاد تكون مهملة . . ومن ثم فإن فائدة التسليح لا تزال هى نفس فوائده فى المنشآت العادية فى ضرورة تواجده لإيجاد تماسك بين أجزاء الخرسانة فى إمتصاص لجهد الشد الذى تتعرض له الخرسانة .

وعلى هذا نجد أن حديد التسليح لم يقدم معاونة جديدة بالنسبة لهذا النوع من المنشئات وبقيت فوائده التقليدية المعروفة بالنسبة للمنشئات العادية ، ونظراً لضخامة كمية الحديد اللازمة لهـذه الأسماك الضخمة التى يتطلبها هذا النوع من المنشئات فيتعذر أن نضع هـذه الـكمية فى مستوى واحد وإلا تصبح الأسياخ متلاصقة وطبقة الخرسانة رقيقة . . ومن ثم تحدث تشققات فيها نتيجة أى اهتزاز يتعرض له المنشأ . ومن ثم فإن كمية الحديد توزع على طبقات متعددة ومن المفضل اختيار الأسياخ ذات الأقطار الصغيرة المتجاورة على مسـافات ضيقة وتـكون طبقات التسليح موضوعة على هيئة حصائر مكعبة . . والركائب stirrups الرأسية أو المائلة تقلل من التشققات والشروخ المائلة ، كما تقاوم جهد القص (shear stress) خاصـة عند نقط الارتـكاز supports

وطبقات الحديد فى مناطق الشد يجب أن تماسك بركائب مثبتة جيداً فى الخرسانة إلى حوالى ٢/٣ سمكها على أن يمتد ١/٣ الركائب فى كل السمك .

ومن المهم أن نعلم أن شباك التسليح فى السطح الأمامى مهمة لأنه تقلل من حجم الحفر الناشىء .

وفى المتوسط نأخذ ١٠٠ رطل حديد لـكل ياردة مكعبة من الخرسانة (المدرسة الأمريكية) على الأقل .

٤٣ كج المتر المـكعب من الخرسانة (المدرسة الإنجليزية) ويمكن زيادتها متى دعت الحالة لذلك .

والشباك المعدنية أو التسليح الشبكى بالقرب من السطح الداخلى يقلل من كمية المواد المتطايرة نتيجة التشقق إذا ما اصطدم مقذوف بالسطح .

والأسياخ كما هو معروف تجاش من النهايات hooked وتلتقى نهاياتها فى مسافات لاتقل عن ٥٠ مرة قطر السيخ بالإضافة إلى أطواله التجميشات (المدرسة الأمريكية) .

المدرسة الإنجليزية من ٨٠ مرة إلى ١٢٠ مرة قطر السيخ . وتتقارب المسافات بين الأسياخ فى حدود المسافات المتبعة فى المنشئات العادية .

ويجب أن يمتد التسليح فى الوجه الداخلى إلى مسافة لا تقل عن ١/٣ سمك السقف داخـل السقف لضمان التماسك .

ويجب تجنيب تكسيح الحديد عند نقط الارتكاز كما هو متبع فى المنشئات العادية ويكتفى بالركائب نظراً لأن هـذه التـكسيحات يتولد عندها مستويات ضعف .

— وللغرف التى بها معدات إشارة ولاسلـكى يستحسن أن تلحم الأسياخ وتتصل الشباك بأرضى لمنع التداخـل الـكهربائى .

(د) وإذا ما وضعت ألواح من الصلب فى الأسطح الداخلية للمنشأ فإنها تمنع تطاير مايتشقق من الخرسانة . وهذا يوفر السمك الإضافى الذى يصل إلى ١٥٪ والذى نضيفه فى المعادلات السابقة . وأحياناً إذا ماتعذر تثبيت الألواح فى الخرسانة بطريقة ما فيمكن عمل هيكل حديدى خاص سقفه من هذه الألواح يغلف الأسطح الخرسانية من الداخل .

وفى نهاية البحث نجد بحثاً خاصاً عن التسليح مع مقارنته بمدارس الفـكر المختلفة .

(هـ) وبالنسبة للوصلات يجب أن تـكون فى أقل نطاق سواء كانت للشد أو الضغط أو لغيرهما . وطبقاً لما هو متبع فى المنشئات العادية . وفى المنشئات المدفونة يمكن أن تزود بوصلات ضغط contraction فقط باتساع مناسب .

(و) وبالنسبة للقواطيع الداخلية فان سمكها لايقل عن ٣ قدم إذا كانت من الطوب وبهذا تـكون قادرة على مقاومة الضغط المحصور والشظايا إذا مانجحت قنبلة فى اختراق المنشأ ومثل هذه الحوائط تحصر الخسائر والتدمير فى أقل حيز كما تمنع التعادل الـكامل للمنشأ .

من ناحية شكل المنشأ :

— يفضل البلاطات ذات السمك المتجانس وقد أظهرت التجارب أن الـكمرات beams and girders وباقى للمكونات التى تسبب توزيعاً مركزاً ثقيلا للاحمال أنها غير مرضية وغير اقتصادية من ناحية الوقاية .

— الأسقف تغطى بكمية ضئيلة من الأتربة بسمك لا يزيد عن ٣ أقدام لتنمو عليها أعشاب للاخفاء .

— يجب أن تمنع القنبلة من الالتفاف تحت أساس المنشأ وذلك بعمل بلاطات واقية جانبية على النحو السابق إيضاحه أو بامتداد الأساس لعمق لا يسمح بالتفاف القنبلة وهذا أفضل .

— ومن المفضل أن تكون الأسطح الخارجية للمنشأ مستديرة — فهذا يساعد على انحراف المقذوف كما يقلل من تأثير قوة التصادم .

— المداخل يجب حمايتها بحوائط واقية على النحو الذى سيرد ذكره فيما بعد على أن لا تمنع هذه الحوائط عن تركيب الأبواب المانعة لنفاذ الغاز .

(ح) الأسماك الموضحة فى الجدول رقم (٦) لقنبلة نصف مدرعة خارقة توضح تأثيرات القنبلة المختلفة بالنسبة لأسماك الأسقف الخرسانية ، والأسماك اللازمة للوقاية . وهى محسوبة بالمعادلات الخاصة على النحو السابق إيضاحه . كما يمكن أن يعمل جدول مماثل للقنبلة الخارقة . فهذان النوعان النصف مدرعة الخارقة والمدرعة الخارقة لهما قدرة اختراق أكبر لأن ضغط القطاع لهما كبير ولكن تأثير الانفجار أقل . أما القنابل الخدمة العمومية فعادة تتشوه عندما تصطدم بسطح خرسانى مسلح .

وواضح أنه فى هذا النوع من القنابل . . نجد أن الخطورة من الانفجار أساساً .

(ط) ويستخدم الجدول رقم (٦) كالآتى :

— العمود ١١ يوضح السمك اللازم لمقاومة الاختراق والانفجار بدون أى ألواح من الصلب ولذا فانه قد أضيف إليه ١٥٪ زيادة عن السمك اللازم لمنع التشقق .

وإذا ما عملت ألواح الصلب فى السقف من أسفله أمكن توفير ١٥٪ من السمك كما هو موضوع فى العمود ١٢ .

— البلاطات الواقية المجاورة واللازمة لمنع القنابل من الانفجار بعد إيقافها تصمم على السمك اللازم لمنع التشقق كما فى العمود ١٠ وواضح أن القيمة فى هذا العمود أكبر من اللازم لأنها وأن تساوت مع القيمة فى العمود ١٢ إلا أن الأخيرة للسقف محمل على ركيزتين وتحته فراغ ولكن هذه محملة بالكامل على التربة . . ومن ثم فإن السمك هنا فى الكثير من الزيادة .

(ى) كما سبق سمك الحائط الخرسانى اللازم لمنع تأثير قنبلة تنفجر فى أعلى الأرض ملاصقة للحائط $T = .8\ W^{1/3}$ قدماً .

حيث W وزن العبوة داخل المقذوف بالرطل .

وهذا السمك لو انفجرت القنبلة خارجة ملاصقة له لا يحدث بداخله أى خسائر فى الوجه الآخر .

ويوضح الجدول رقم ٧ سمك الحائط اللازم لانفجار قنبلة خدمة عمومية تنفجر فى الهواء ملاصقة للحائط كما هو موضح فى العمود ٥ من الجدول ٧ محسوبة بالمعادلة السابقة .

(ك) سمك الحائط المدفون اللازم لمقاومة انفجار قنبلة مدفونة وملاصقة له وانفجرت فى حيز محدود كما سبق بحثه بالمعادلة $T = 1.4\ W^{1/3}$.

وهذا السمك يمنع التشقق أو قد يحدث فى سطحه الداخلى تشقق بسيط جداً .

وفى بعض الحالات تعمل حوائط متباعدة ويصمم الخارجى منها على تشقق متوسط $T = 1.2\ W^{1/3}$ والداخلى لمجابهة تصادم الجزئيات على النحو الذى أشرنا إليه من قبل والموضح فى الجدول رقم ٧ الأعمدة ٧ و ٨ .

(ل) سمك الأرضية يجب أن يقاوم الانفجار الملاصق لمسافة ما . وسمكها حتى هذه المسافة $T = 1.4\ W^{1/3}$ ثم بعد هذا حيث لا يحتمل أن تخترق القنبلة الأرضية يكون السمك $T = .7\ W^{1/3}$ قدماً .

٢ ـ المنشئات الواقية عن قوة التمزق Blast والشظايا Splinters .

فى كثير من الحالات نجد أن نوعية المنشئات وحجمه ووضعه تجعل من غير الضرورى أو من غير الاقتصاد أن يبنى هذا المنشأ واقياً لما به من أفراد ومعدات من الضرب المباشر .

وفى هذه الحالات يكفى أن تحقق وقاية من فوق الرأس ومن الأجناب ـ وهذا يعنى أن تكون مكونات المنشأ قادرة على تحمل ما ينشأ من انفجار قنبلة معروفة المعيار على مسافة مناسبة .

على أن أهم عامل يجب مراعاته فى تصميم المنشئات الواقية من قوة التمزق هو التقوية الجانبية للمنشأ lateral strength كـكل ، وبالتالى تبدو لنا أهمية الوصلات المختلفة .

والمنشئات من الحوائط الحاملة ضعيفة فى مجابهة القوى الجانبية ولا يعتمد عليها .

وفى الماضى عملت دراسة وقائية اقتصادية من هذين العاملين لقنبلة ٥٠٠ رطل أغراض عامة (خدمة عمومية) تنفجر على بعد ٢٥ قدم من المنشأ .

واستمرت الدراسة لمختلف المواد واتضح أنه إذا كان الانفجار على بعد ٢٥ قدم فإن الحوائط بالأسماك المصممة للوقاية تقاوم الشظايا بنسبة ٩٥٪ فقط وتقاومها تماماً بنسبة ١٠٠٪ إذا كان الانفجار على بعد من ٣٥ — ٤٠ قدماً .

والمنشئات الواقية من الشظايا والضغط يجب أن يكون لها سقف للوقاية من القنابل الحارقة ومن المخلفات التى تتطاير نتيجة الانفجار . وإذا ما تطلب الموقف البقاء مدة طويلة فى هذه المنشئات فيعمل أيضاً حساب الوقاية من الغازات .

الجدول رقم ٨ يوضح سمك المواد المختلفة للحوائط والأسقف كما تكون واقية من الضغط — والشظايا وهذه الوقاية تتحقق بنسبة ١٠٠ ٪ إذا ما كان الانفجار على بعد ٣٥ — ٤٠ قدماً وبنسبة ٩٥٪ إذا ما كان الانفجار على بعد ٢٥ قدماً

وفى كل المنشئات الواقية يجب أن ندخل فى اعتبارنا قدرة المنشأ على تحمل الركام الذى يتساقط فوقه .

كذلك للوقاية من القنابل الحارقة (٤ رطل) .

هذا ويمكن الجمع بين المواد المختلفة كأن يعمل المنشأ الواقى من الطوب والخرسانة أو من الطوب ويستكمل السمك بالرمل أو التراب المحصور من ألواح خشب واضعين فى الاعتبار أن نعوض من مادة لأخرى بالنسبة بينهما على نحو ماهو موضح فى الجدول أى مثلا أن ١٠ بوصة خرسانة مسلحة تعادل ١٣٫٥ بوصة طوب تعادل ٢٤ بوصة رمل ويمكن بالمقاييس المترية أن تعدل كل ١٢ سم خرسانة مسلحة تعادل ٢٠ سم طوب تعادل ٤٥ سم رمل .

هذه الأسماك تصلح للحوائط والأسقف وتقى من الشظايا والضغط ، ومن الممكن الجمع بين المواد المختلفة فى الحائط الواحد بأخذ النسب وهذه القيم للانشاء الجيد والمواد الجيدة وكما أن الأسماك السابقة تعطى وقاية للانفجارات الجانبية من شظاياها وضغطها كذلك يمكن الاعتماد عليها للوقاية من كليهما بالنسبة للأسقف باستثناء الوقاية من الركام المتساقط على السقف من تأثير انهيار مبنى مجاور أو أدوار عليا الأمر الذى يحتاج لعمل صلبات للسقف لتحمل هذه الانهيارات .

١ — وعندما تنشأ مبان جديدة تحقق الوقاية من الضغط والشظايا وقد تكون هذه المبانى مساكن أو مصانع أو مراكز للحريق والتليفونات . وبالتالى قد تكون مبانى كبيرة أو صغيرة . ففى الكبيرة يكتفى بزيادة أسماك الحوائط فيها فى الأجزاء السفلى منها أو بجوار الماكينات والأجزاء السفلى منها أو بجوار الماكينات والأجزاء الهامة مراعاة للاقتصاد .. أما فى المبانى الصغيرة فربما يمكن اقتصادياً إنشاء الحوائط بالسمك الواقى كلها وعموماً لكل حالة دراستها طبقاً للامكانيات الاقتصادية .

ويجب أن تتباعد المنشئات التي من هذا النوع والمصممة بحوائط واقية عن بعضها مسافة لاتقل عن ٥٠ قدماً بالنسبة للمباني ذات الهيكل الخرساني أو الحديدي أما المباني ذات الحوائط الحاملة أو الخشبية فيجب ألا تقل المسافات بينها عن ١٢٠ قدماً .

والمخابىء التي تصمم للوقاية من الشظايا وضغط الانفجار الناشىء من القنابل المتساقطة من الغارات الجوية تعمل حوائطها وأسقفها بأسماك — الموضحة بالجدول السابق على ألا يتزايد عددها في المكان الواحد عن مخبأين متجاورين ، وفي حالة ماتسمح الأرض بزيادة عدد المخابىء — فيكون المسافة بين هذين المخبأين والآخرين بحيث لايقل عن ٥٠ قدماً .

وهناك اعتبارات في التصميم يجب مراعاتها يمكن إجمالها فيما يلي :

(أ) من المفضل الإنشاء على هيئة هياكل خرسانية خاصة وأنها لا تتأثر بالموجة الضاغطة الناشئة من انفجار قنبلة على بعد ٤٠ قدماً . أما تلك المنشأة بطريقة الحوائط الحاملة فإنها لاتقاوم تأثيرات إنفجار القنبلة وموجاتها الضاغطة .

(ب) المساكن الخشبية والمساكن المبنية بالحوائط الحاملة عرضة للانهيار من تأثير الضغط والأولى أكثر تعرضاً من الثانية .

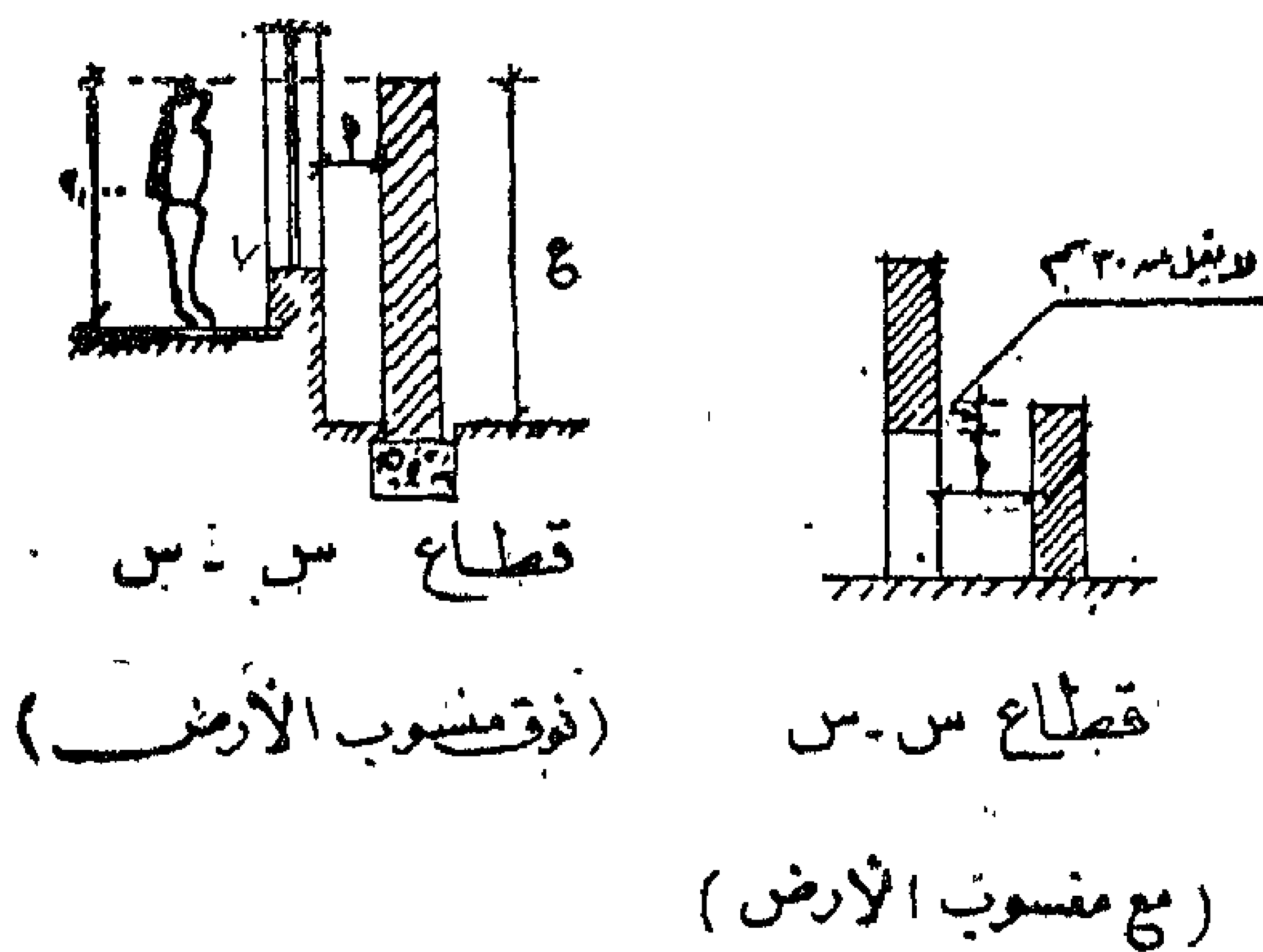
(ج) الأسقف يجب أن تماسك جيداً مع أجزاء المبنى لأنها عرضة للتطاير من الضغط الناشىء من أسفل لأعلى .

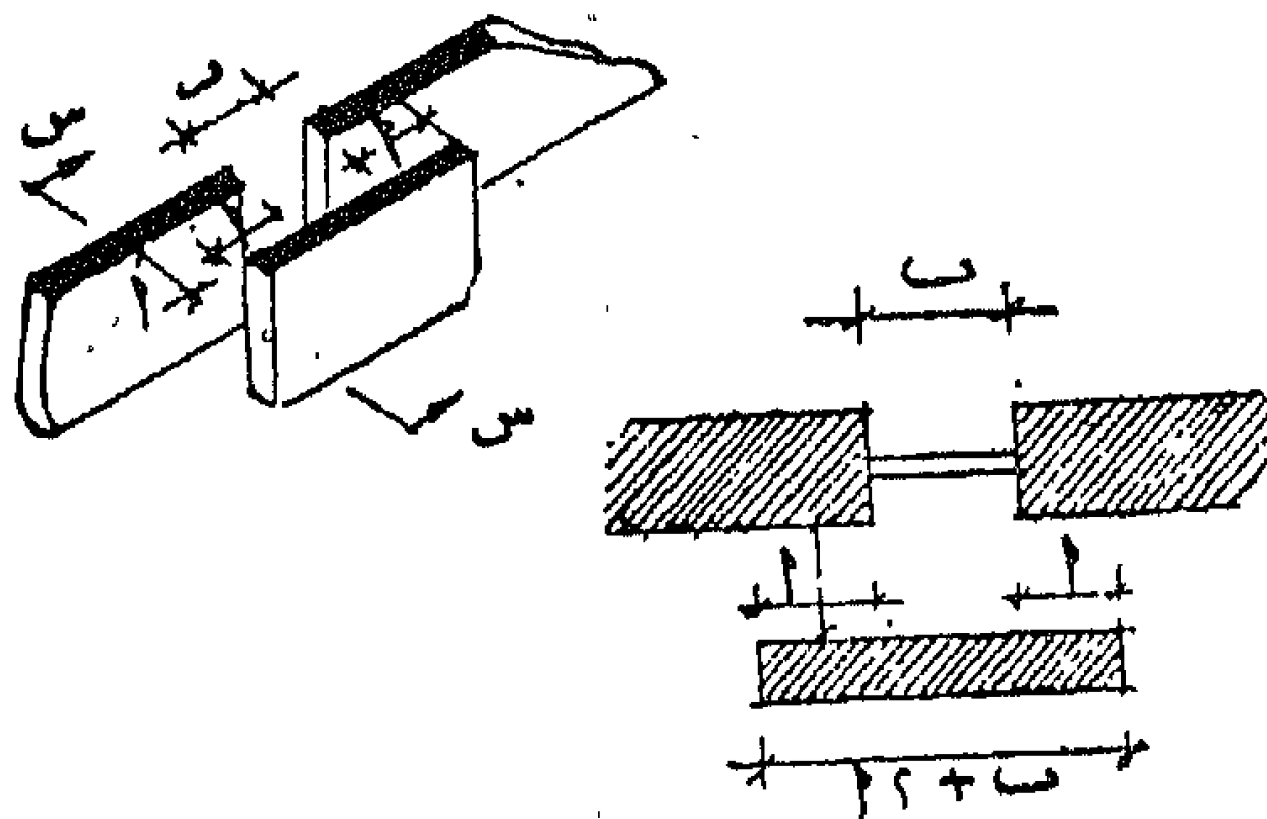
(د) الشبابيك يجب أن تقلل لأكبر حد من القلة بحيث يكون أسفلها على ارتفاع لايقل عن ٦ر٣ قدم من الأرض وحلوق الشبابيك يجب أن تثبت جيداً والحلوق الحديدية أكثر على مقاومة الضغط ـ أما الزجاج فهو يشكل خطراً ومن ثم يجب مراعاة التخلص منه في مثل هذه الظروف .

(هـ) المداخل تحمى بقواطيع ـ بعدها عن الحائط لايقل عن ٣٠سم بأي حال .. وفي حالة مداخل المنازل يمكن أن يبعد عن باب المنزل بما يسمح بالحركة (٨٠ سم) مثلا أو أكثر .

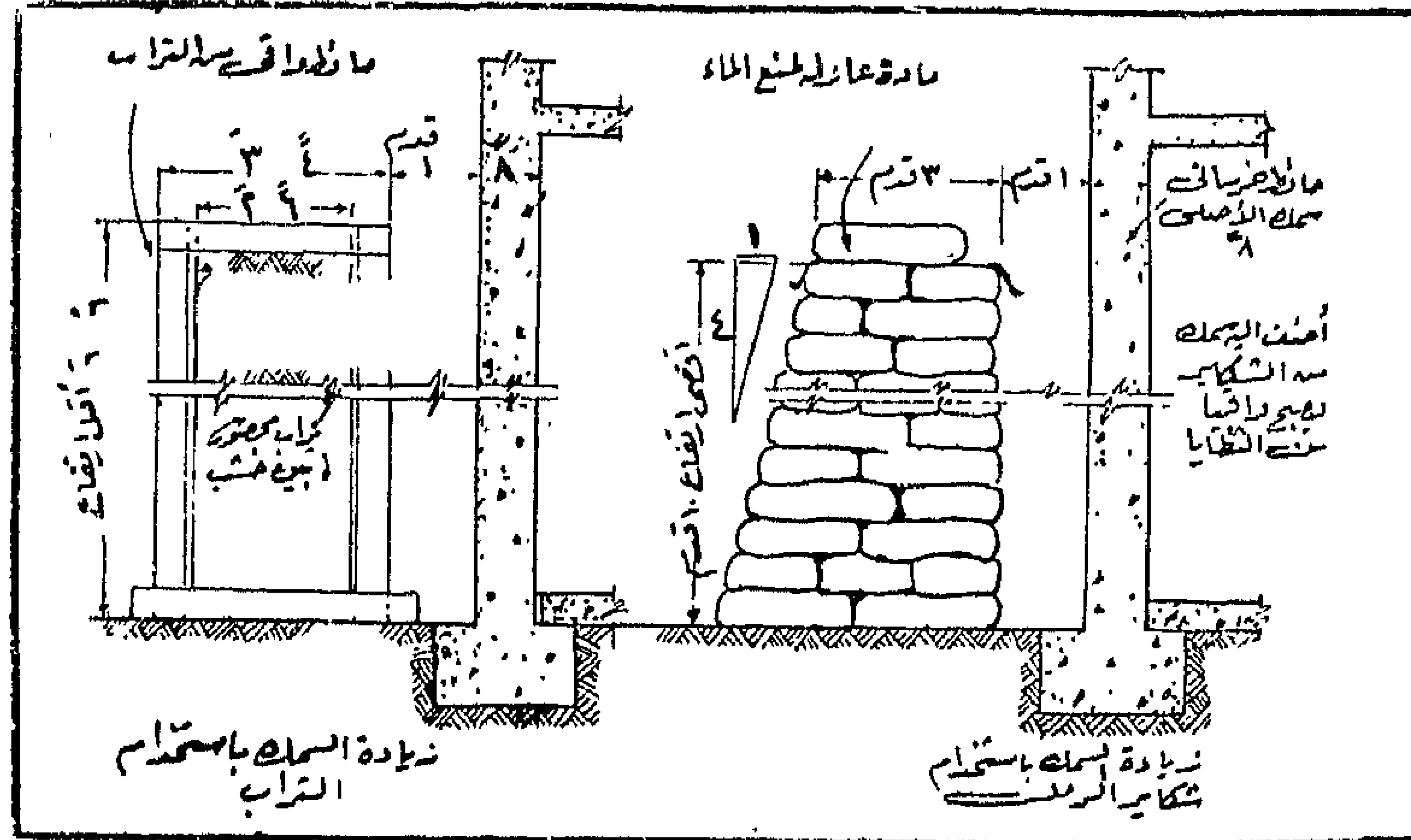
وأما طول الساتر فيجب أن يكون أعرض من الفتحة من كلا الجانبين بما يساوي بعد الساتر عن الحائط ومن ثم فإنه سيكون في طول له يساوي طول الفتحة زائداً (٦٠ سم) وفي حالة أبواب المنازل كما سبق إذا أخذنا البعد ٨٠سم فإن الطول سيكون مساوياً لعرض الباب ١٦٠ سم (٨٠ من كل جانب) وأما ارتفاع الساتر فاذا كانت الفتحة غير عالية من سطح الأرض فيمكن أن يزيد ارتفاع الساتر عنها بما يساوي قدماً . وإذا كانت عالية فتكفي أن يرتفع الساتر بما يحمى رأس شخص في الداخل . أي أن ارتفاع الساتر يساوي أرضية الغرفة الداخلية زائداً حوالى ٢ متر (شكل ٣٢) .

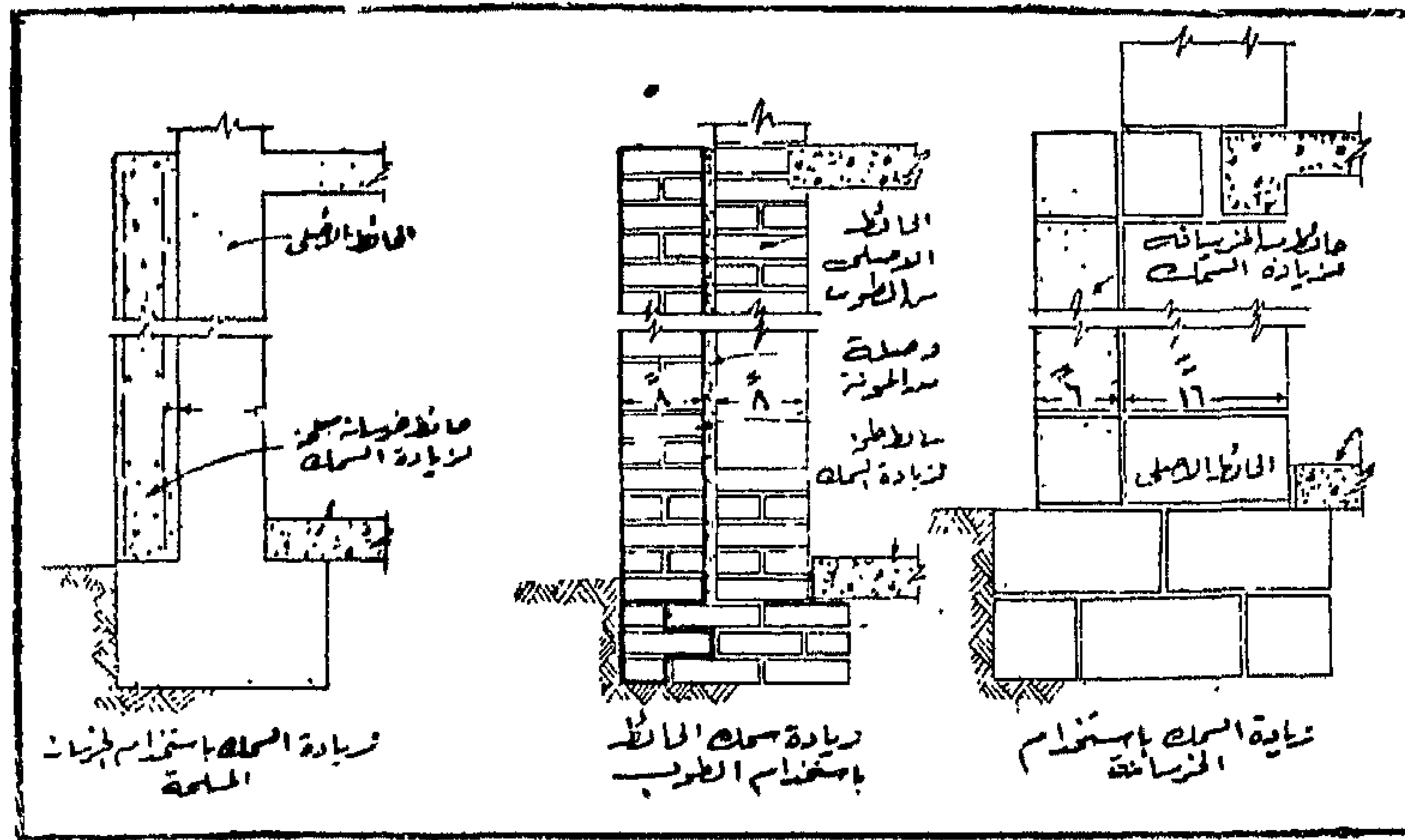
(و) الأسقف الخشبية يجب ملافاتها .





شكل (٣٢)





(شكل ٣٣)

٢ — وبالنسبة للمنشئات القائمة فعلا ولإمكان زيادة كفاءتها للوقاية من الشظايا والضغط :

(أ) تزاد أسماك الحوائط للاجزاء الهامة إلى أن تصل للسمك الواقى الوضح فى الجدول رقم ٨ بأى وسيلة على النحو الموضح فى الأشكال الموضحة كذلك الأسقف حينما يخشى عليها من الشظايا (شكل ٣٣) .

(ب) ولوقاية المعدات : ويمكن تحقيق الوقاية الجانبية للأفراد والماكينات فى المنشئات الصناعية بتقسيم أرضية العنابر إلى أقسام بحوائط بالسمك الواقى من الشظايا .

(ج) وبالنسبة للنوافذ : فالزجاج يجب لصقه بمواد لاصقة كالورق اللاصق أو القماش حتى لايتطاير إلى شظايا صغيرة . وتعمل السواتر أمام النوافذ فى الأدوار السفلى على النحو السابق الكلام عنه أو فى الأدوار العليا على النحو الموضح فى الأشكال .

٣ — وقاية المرافق المختلفة :

من الأفضل أن تغذى المنشئات بمصدرين من مصادر المياه والكهرباء — ووسائل الاتصال .. ومن الفضل أن تمد هذه فى خنادق تحت الأرض أو فى الهواء .

والخطوط الهوائية لاتعانى كثيراً من الانفجار ويسهل إصلاحها .

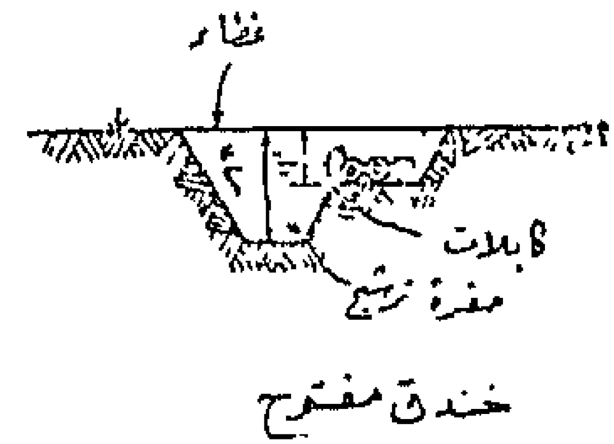
ومواسير المياه التى يزيد قطرها عن ١٨ بوصة يجب أن يعمل لها محبس كل ميل على الأقل ومحبس لكل خط فرعى .

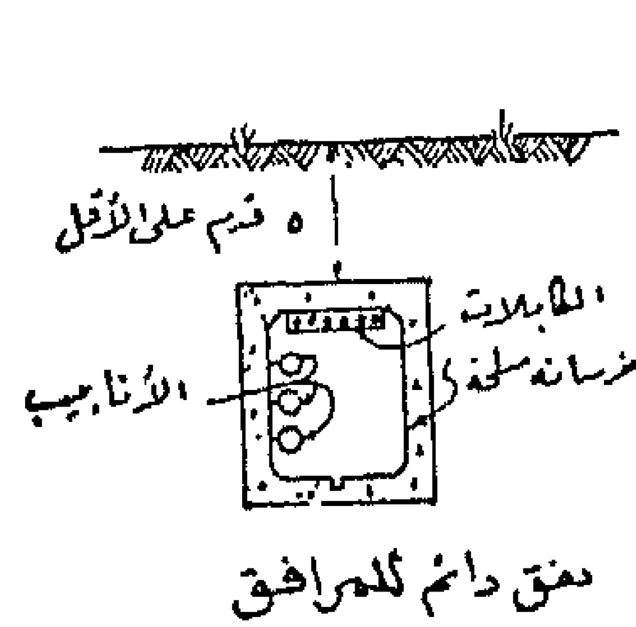
كما يجب توفير قطع غار للاستخدام الفورى. وبالنسبة لسوتشات التليفونات يجب وضعها فى أماكن أمينة فى الأدوار السفلى من المبنى .

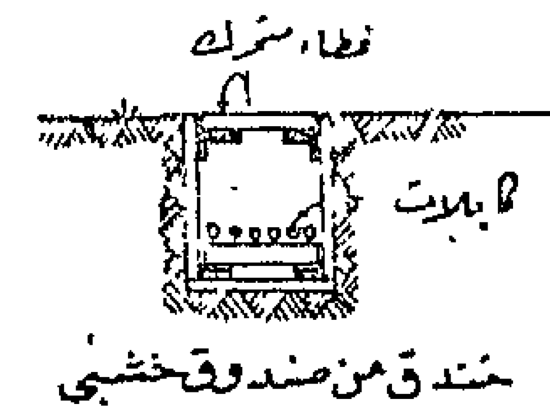
ويجب العناية بالمحولات بعمل حوائط واقية لها بالأسماك السابق الإشارة إليها وتفضل المواسير الصلب ذات الوصلات المرنة من الزهر .

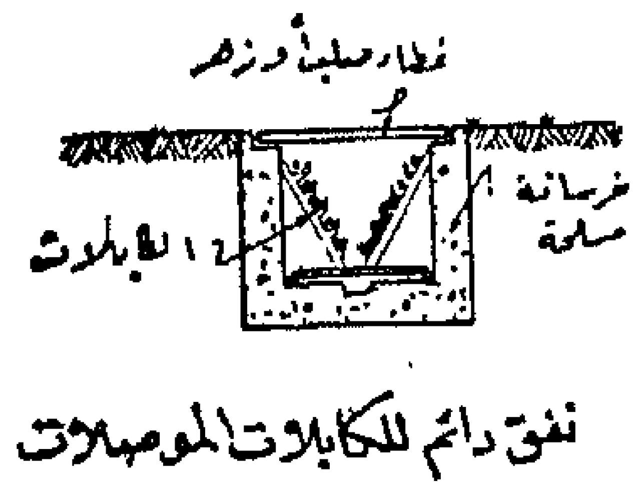
ونصف القطر الذى عنده تتحطم المواسير نتيجة للموجه الضاغطة التى تنتقل داخل التربة عقب انفجار قنبلة على بعد من الماسورة (وهو نصف القطر) يمكن معرفته من جدول رقم ١١ . ويوضح (شكل ٣٤) وسائل حماية الأنابيب والكابلات.

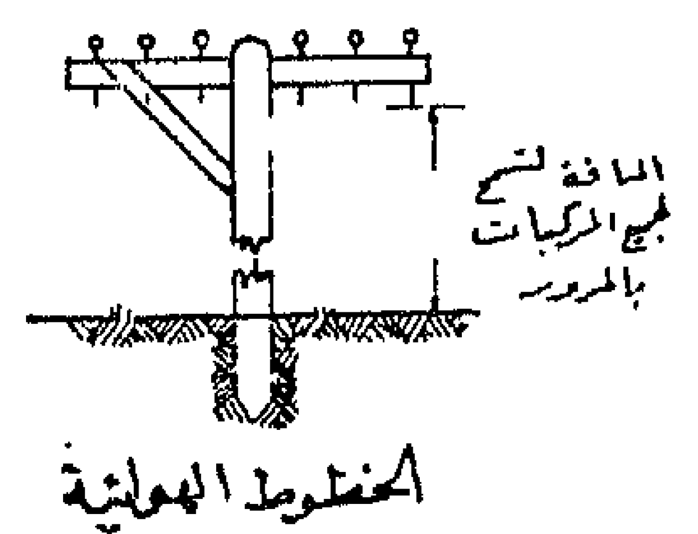
الحل المؤقت — الحل الدائم











شكل (٣٤)

٣ ـ التعديلات الممكن إدخالها فى المنشآت القائمة لتحقيق الوقاية .

إن المبادىء والقوانين التى ذكرناها لنشىء بمقتضاها مبنى واقياً هى بعينها التى تستخدم للمنشئات القائمة وتحدد مدى كفاءتها لمقاومة غارة ما . وعادة يتطلب التدعيم كيما يستطيع المنشأ مجابهة هذه الغارات أن تزيد من سمك الحائط للوصول إلى السمك اللازم للوقاية على النحو الموضح فى الجدول (٨) وهذه الزيادة تتم أما :

* بزيادة سمك الحائط نفسه إلى السمك المطلوب .
* أو بعمل حوائط واقية منفصلة .

ويجب عمل موازنة اقتصادية لاختيار أصلح الوسيلتين.

وفى تدعيمنا للمنشئات القائمة لزيادة إمكانياتها فى الوقاية تزداد أسماك الحوائط كما سبق إلى الأرقام الموضحة فى الجدول (٨) كما يجب أن تكون الأسقف على أقل تقدير بنفس الأسماك الموضحة فى الجدول (٨)وأيضاً يجب أن تكون محققة للأسماك الموضحة فى الجدول رقم (٩) للوقاية من القنابل الحارقة .

وفى زيادة أسماك الحوائط قد تزاد من نفس مادتها أو من مادة أخرى على النحو الموضح فى الجدول (٨) وفى الأشكال الموضحة فى (شكل ٣٤) .

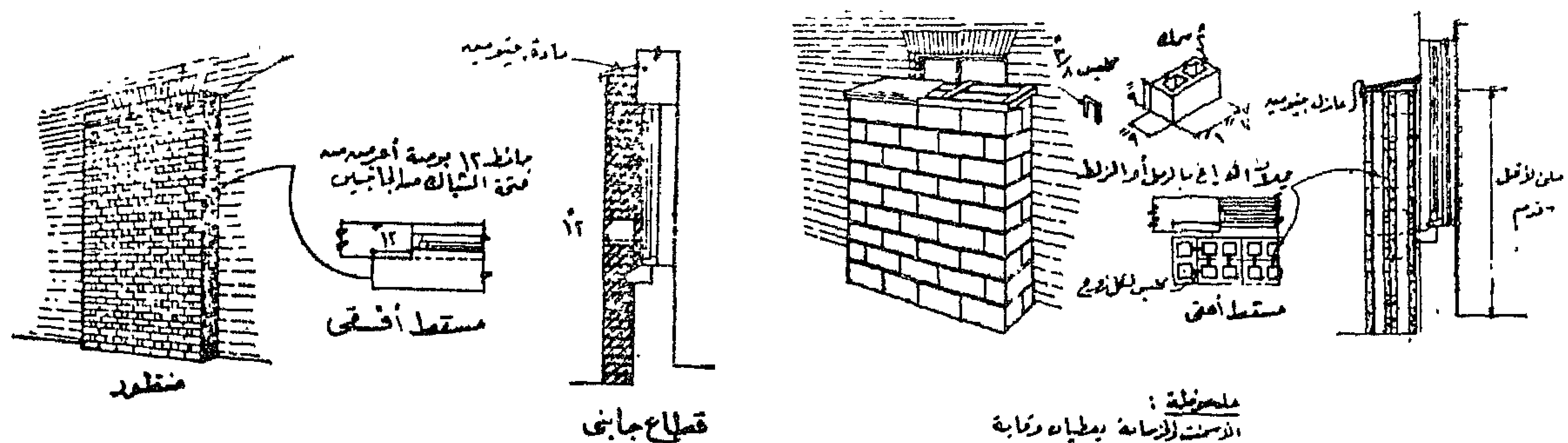
ـــ كذلك يجب حماية كل المداخل بحوائط واقية .

ـــ وفتحات النوافذ ممكن غلقها بالكامل بالطوب أو الخرسانة .. الخ . أو بارتفاع ٦ قدم ونصف أو أكثر .

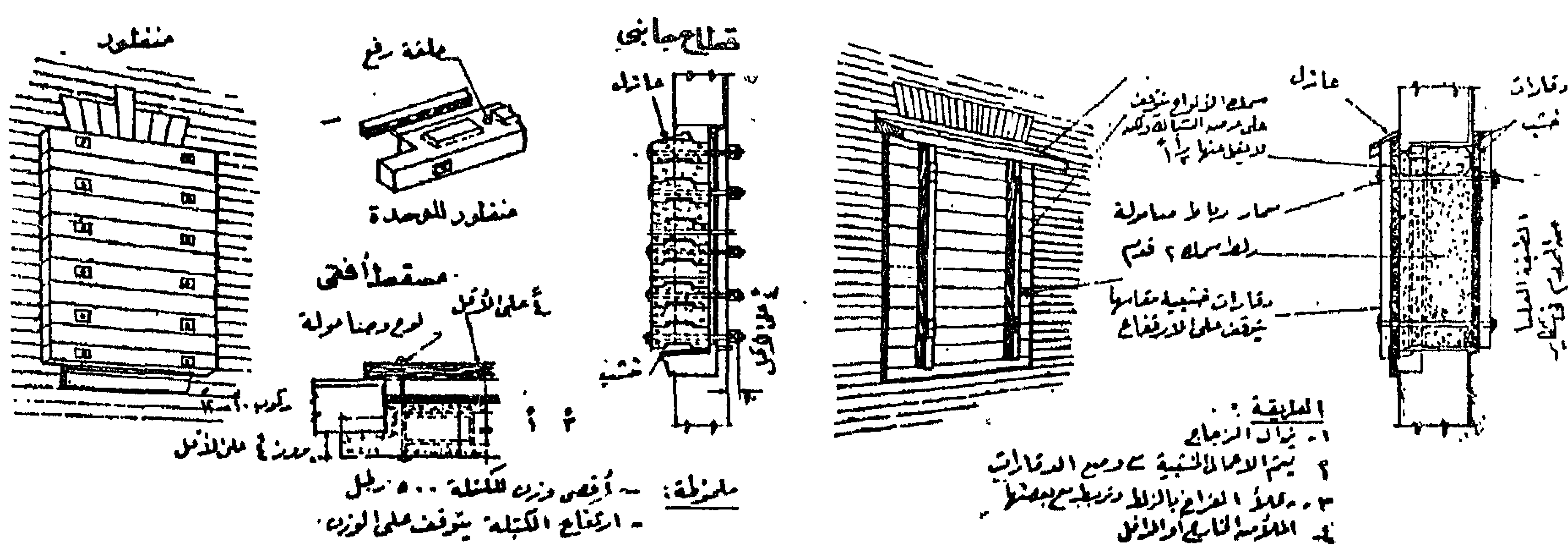
وقد استخدمت شكاير الرمل للفتحات والنوافذ وأتت بنتائج فعالة وعيبها أنها مؤقتة (٦ ـــ ٨ أسابيع) ولاتصلح للمدد الطويلة لتآكلها . ومن وسائل إطالة عمرها رشها بمادة بيتومينية أو وضع كمية أسمنت أو مادة بيتومينية مع الرمل الموضوع بداخلها .

ـــ ومن المفضل إزالة الزجاج متىأمكن أو يلصق عليه شرائط لاصقة أو شباك معدنية أو ورق به مادة بيتومينية أو مطاطية أو إسبتيت .. فهذه كلها تسبب تماسكاً فى الزجاج بحيث إذا تساقط لا يتناثر إلى شظايا بل إلى قطع .

وبالنسبة لزجاج المنور يمكن وضع شباك معدنية من أسفلها حتى إذا ما كسر الزجاج لا يسقط داخل المنزل .

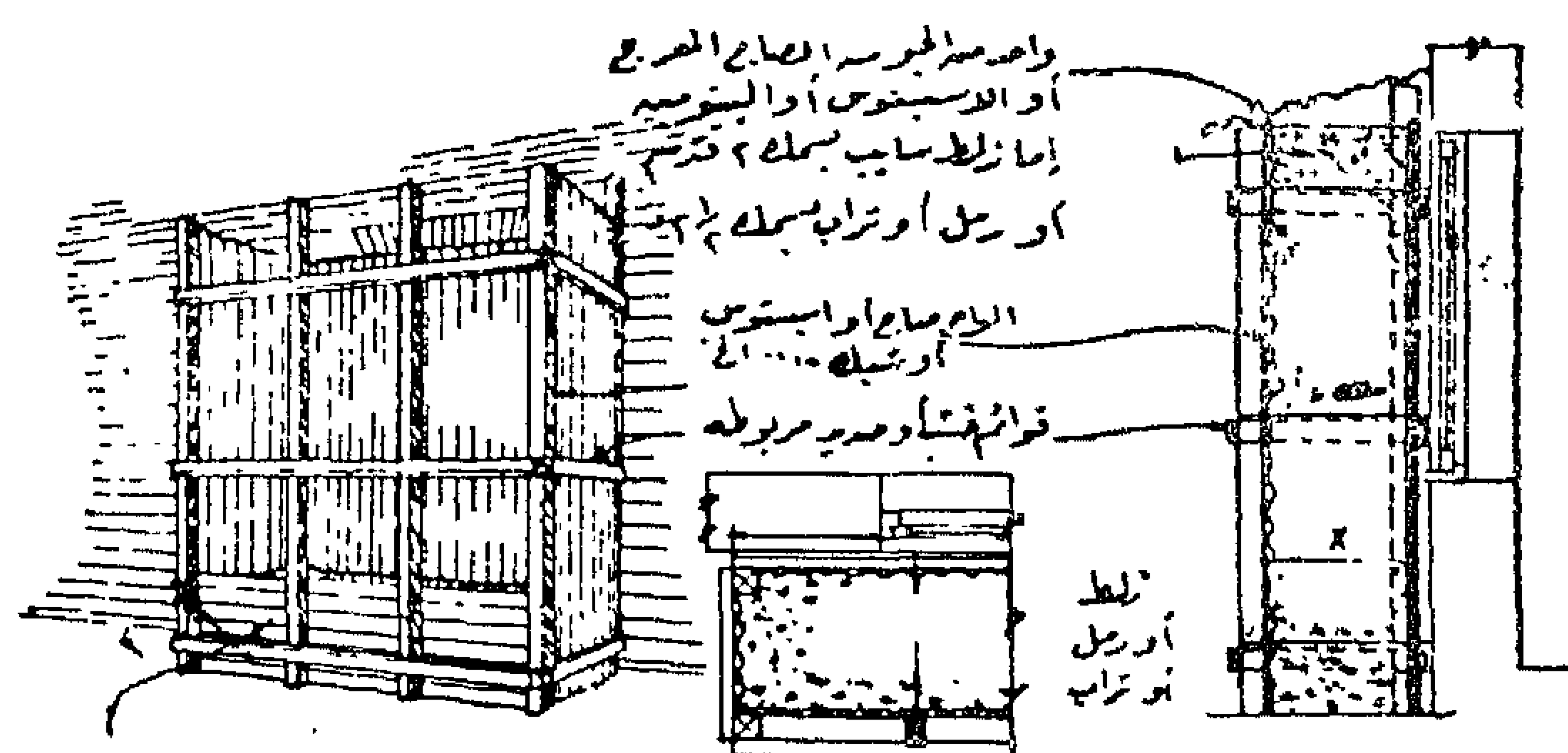


وسائل وقاية الفتحات فى الدور الأرضى باستخدام الطوب الأسمنتى الفرغ



وسائل وقاية الفتحات فى الأدوات العلوية باستخدام كتل خرسانية مفرغة

↑ (شكل ٣٥)



→ شكل (٣٦)

وسائل وقاية الفتحات فى الأدوار العلوية باستخدام الرمل أو الزلط

وفى المرافق من المفضل أن تزدوج الخطوط . وإذا كانت المواسير وكابلات التليفون وما شابه فوق الأرض فإنها بلا شك لا تكون معرضة للهزة الأرضية ويسهل إصلاحها ولكن يجب حمايتها من الشظايا فى هذه الحالة بوضع زلط ورمل وأتربة فوقها أو بوضعها فى خنادق غير عميقة مفتوحة أو مردومة بأتربة غير مدكوكة . وأحياناً ننشيء لها حفرة واقية قبلها تمتص الهزة الأرضية (شكل ١٦).

— كما يلزم عمل تقوية لتقوية المكان المطلوب حمايته .

ووسائل التقوية تتوقف على نوعية المنشأ وعلى الغرض الذى سيستخدم من أجله ، وعلى إذا ما كان المنشأ سيقوى لمجابهة قوى جانبية أو قوى علوية أو كليهما .

وأنسب وسائل التقوية هى وضع دعامات جديدة على مسافات تحول المنشأ من تحميل بسيط إلى تحميل مستمر ذو فتحتين أو أكثر . فهذا من شانه أن يغير فى توزيع الجهود فى أعضاء المنشأ ويزيد من كفاءة المنشأ ككل.

فبوضع قائم فى منتصف كمرة ما فإنها تصبح بذلك قادرة على تحمل ٤ مرات ما تحمله .

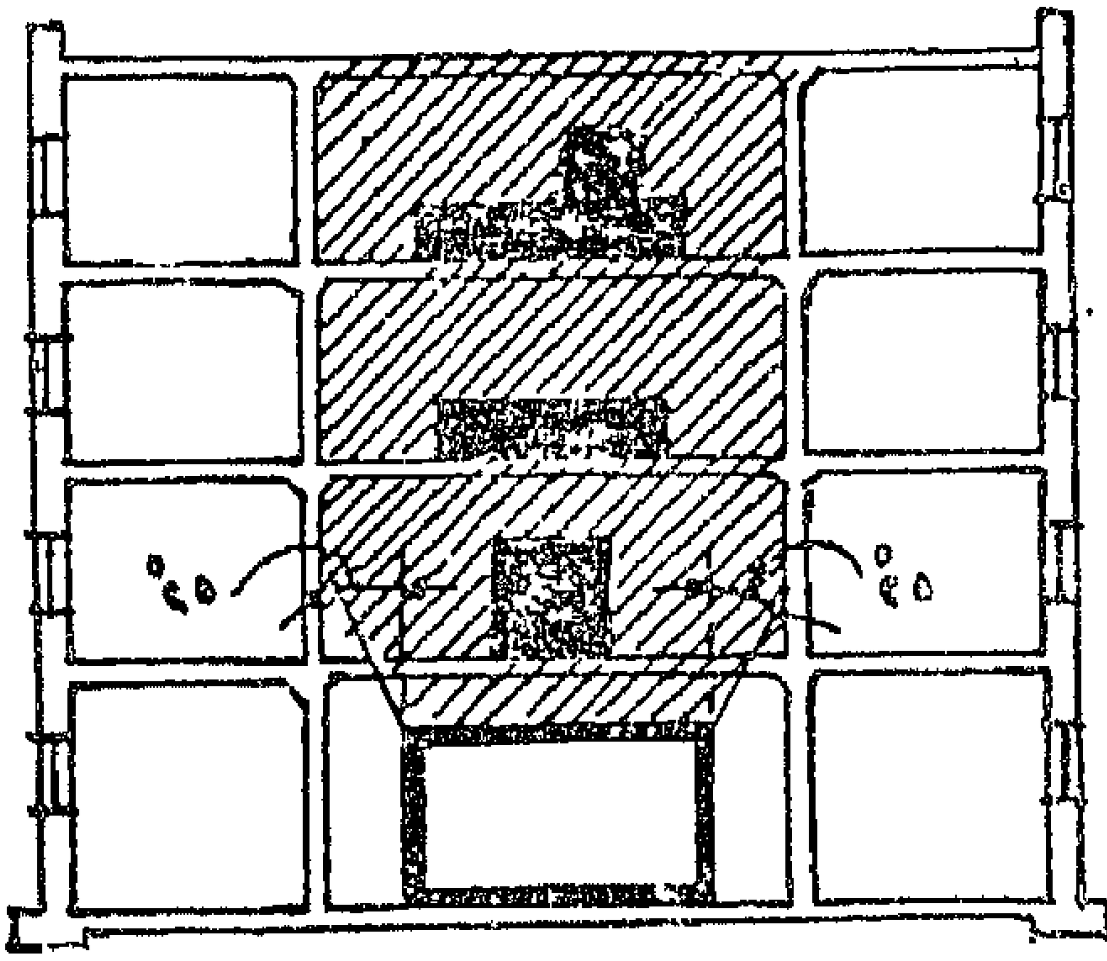
— ولزيادة كفاءة المقاومة الجانبية للأفراد والمعدات فى المصانع فانه يمكن تقسيم المساحات الكبيرة بحوائط واقية من الشظايا وقوة التمزق مجاورة الماكينات أو لأماكن جلوس الأفراد . وبالتالى يتحتم الدقة فى اختيار أماكن إنشاء هذه الحوائط حتى لا تعطل الحركة أو تعوق الإنتاج .

وبالنسبة لوقاية الماكينات الهامة يمكن وقايتها بعمل حوائط تحيط بها بارتفاع الأجزاء الهامة بها وبغطاء فوقها إن أمكن وأسماك الحوائط والغطاء تكون بالسمك الواقى .

ومحطات المحولات يجب دائماً عزلها عن الماكينات بحائط سمك ١٧ بوصة من الطوب أو أى مادة أخرى تقاوم الحريق .

— تأثير الركام المتساقط :

ويقصد به الثقل الذى يسقط من أثر التصدع ، وما بهذا النقل من الآلات وأدوات فوق سقف المنشأ الواقى أو من حوائطه (وهذا الركام يأتى من الأدوار العليا للسفلى كما يأتى من المنازل المجاورة) . ويمكن اعتبار ركام المنازل المجاورة كأنه يتساقط تماماً فوق المخبأ شأنه شأن الركام المتساقط من الأدوار العليا للمنشأ الذى به المخبأ متى كانت هذه المنازل أو المنشآت المجاورة قريبة ، وتعتبر قريبة إذا كانت لا تبعد عن المخبأ بأكثر من نصف ارتفاعها أو بما يساوى ارتفاعها فى حالة المداخن أو ما شابه (شكل ٣٧) .



جزء من المبنى وما يحتوى عليه من آلات الذى قد ينهار على المخبأ

شكل (٣٧)

ولتقليل أثر صدمة الركام وتركيزها يفضل عند إنشاء مخبأ خارج المنزل أو المصنع ، ألا ينشأ فى منطقة ملاصقة لمبانى من أربعة أدوار أو أكثر أو إذا ما أريد اختيار المخبأ داخل المنشأ وبالإضافة إلى ضرورة بعده عن الشارع كما كما أسلفنا لا ينتخب المكان فى الأحواش أو تحت حوائط ضعيفة .

ويحسب كالآتى :

١ — فى المبانى المنشأة من الحوائط الحاملة المكونة من الطوب أو الحجر والتى تزن ٢٠٠ رطل للقدم الطولى والتى تبلغ قيمة المواد بها ٥٠ رطلا لكل قدم مربع من

مساحة المبنى فإن المخابىء التى تنشأ داخل هذا النوع من المبانى يجب أن تصمم لتتحمل أثقال الركام كما يلى :

إذا كان هناك طابقين فوق سطح المخبأ فالثقل ٢٠٠ رطل /قدم مربع .

إذا كان هناك ثلاثة أو أربعة طوابق فوق المخبأ فالثقل ٣٠٠ رطل للقدم المربع .

إذا كان هناك أكثر من أربعة أدوار فالثقل ٤٠٠ رطل للقدم المربع . وإذا كان بالطوابق فوق المخبأ محتويات ثقيلة كالآلات وما شابه بحيث يكون مجموعها كلها فوق المخبأ يعطى ثقلا أكبر من ٥٠ رطلا للقدم المربع فإن ثقل الركام المؤثر فى هذه الحالة كالأرقام عاليه مضروباً فى نسبة الثقل على الرقم ٥٠ رطلا للقدم المربع .

وإذا كان المخبأ خارج مثل هذا المنشأ مباشرة فتحسب أثقال الركام على أنها ٢٢٥ رطلا لكل ١٠ أقدام من ارتفاع المبنى وليس هناك ضمان لعدم وجود بعض حالات يستطيع فيها ركام مركز أن يخترق سقف المخبأ . وهذا عن الأحمال الموزعة بالنسبة لمخابىء منشآت المبانى ذوات الحوائط الحاملة يضاف إلى ذلك ثقل مركز من تأثير الركام مقداره (٢٠) طناً مؤثراً على مساحة دائرية قطرها ١٠ بوصات إذا كان المبنى ثلاثة أدوار فأكثر فوق المخبأ ، أو (١٥) طناً إذا كانت الطوابق فوق المخبأ واحدة أو أثنين .

٢ — فى المبانى ذات الهياكل الخرسانية :

وعندما تكون الأعمدة فى دورين على الأقل فوق المخبأ بسمك ١٠ بوصات فان ثقل الركام يمكن اعتباره مكافئاً ٢٠٠ رطل للقدم المربع من سقف المخبأ بصرف النظر عن عدد الأدوار فوق المخبأ .

ولا نعطى بالا لأى آلات أو ماكينات . فنادراً ماتعانى المنشآت ذات الهياكل الخرسانية من الانهيار ، ولكن من الفضل عندما يكون المخبأ داخل المبنى تحت أدوار بها ماكينات ، أن موضع فوق سقفه شكاير رمل لامتصاص الصدمة .

هذا وعلى المهندسين مراعاة تصميم هذه المخابىء بحيث يكون الحمل الميت والحمل الحى ونقل الركام فى انتقالها إلى الأساس لا تعطى جهداً أكبر من الجهد المعتاد بأكثر من ١/٣ و ٣٣٪ .

والمدرسة السويسرية قد جمعت هذه النتائج وخرجت منها بالجدول التالى الذى يوضح باختصار أسماك البلاطات تقريبياً بالنسبة لأسقف المخابىء لمقاومة سقوط الأنقاض والمقاسات الصغيرة هى للاسقف المثبتة الأطراف والأخرى للاسقف الحرة الأطراف . والاسماك هنا طبقاً للمدرسة الفرنسية بالمتر والسنتيمتر .

مقاس سقف المخبأ	سمك سقف المخبأ لمقاومة الأنقاض بالسنتيمتر			
	أربعة أدوار + سطح	ثلاثة أدوار + سطح	دوران + سطح	دور + سطح
بلاطة ٤ × ٤ متر مرتكزة على أربعة حوامل	٣٣ — ٢٥	٢٣	٢١	٢١
بلاطة ٤ر٧٠ × ٤ر٥٠ متر مركزة على أربعة حوامل	٢٧ — ٣٠	٢٣ — ٢٧	٢١ — ٢٤	٢١
بلاطة مستمرة بحرها ٤ أمتار	٣٠ — ٣٩	٢٧ — ٢٥	٢٥ — ٣٢	٢١ — ٢٧
بلاطة مستمرة بحرها ٥ أمتار	٣٧ — ٣٨	٣٣ — ٣٤	٣١ — ٤٠	٢٦ — ٣٤

ملحوظة : المدرسة الانجليزية تصمم السقف على تحمل ضغط مقداره (١٠٠٠ كج) متر مربع لو كان المخبأ على مسافة من خط المبانى تزيد عن نصف ارتفاع أعلى المبنى وعلى ٢٠٠٠ كج للمتر المربع لو كان قريباً من المبانى .

الحوائط الواقية

الحوائط الواقية هى حوائط من مختلف المواد تنشأ لمقاومة الضغط الناشىء من الانفجار والشظايا وذلك لوقاية المعدات والماكنات كذلك لوقاية الأفراد الذين تتطلب أعمالهم التواجد بجوار آلاتهم ومحطاتهم أثناء الغارات أو لتقسيم مساحة منشأة كبيرة إلى قطاعات لتقليل الخسائر بها عندما تتعرض هذه المساحة للضغط والشظايا .

كما أنها تفيد ضمنا فى منع اندلاع النيران إذا ما حدث حريق ما :

وهذه الحوائط أو ما يقابلها من التكسيات على النحو الذى نوضحه تستخدم لوقاية فتحات النوافذ من الخارج ووقاية المداخل المختلفة أو لوقاية حوائط مبنى قائم لاتتحمل حوائطه الضغط والشظايا .

كما تستخدم لحماية الأعمدة والقوائم التى تدعم المنشأ ومنعاً له من الانهيار .

ومن الممكن استخدام التكسيات وهى نوع من الحوائط ولكن بمواد كالرمل فى الشكاير أو ما شابه إذا ما سمحت المساحة لوقاية المحولات الكهربائية ومركز الرقابة وآلات القوى والمواصلات والطلمبات ووسائل إطفاء الحريق . كذلك خزانات الوقود والمواد البترولية يمكن وقايتها بهذه التكسيات أو أى نوع من الحوائط الواقية .

وتفيد التكسيات الواقية أيضاً فى وقاية الطائرات والعربات ومناطق التخزين .

وقد يكون من الاقتصاد استخدام حواجز من الخشب تملأ بالتراب أو تملأ بالزلط لتؤدى الغرض كحائط واق طالما كان السمك كما جاء بالجدول .

كذلك قد يستفاد بالبراميل الفارغة التى تملأ بالتراب وتنشأ منها حائطاً واقياً طالما كان بالسمك الواقى وهكذا نجد أنه من الممكن استنباط أى ابتكار من أى مادة لعمل حائط واق . فالحائط الواقى لا يعنى حائطاً من الطوب أو الدبش فقط والمهم أن يكون سمك هذا الحائط المبتكر كافياً أى بالسمك الذى يوضحه الجدول السابق الذى يوضح الأسماك الواقية من الشظايا والضغط .

ولما كانت الشظايا والضغط هما العاملان اللذان تنشأ من أجلهما هذه الحوائط ولهذا تحددت أسماكها بأرقام وضحها الجدول طبقاً للمواد المصنوعة منها هذه الحوائط وطبقاً لحجم القنبلة المنفجرة . إلا أنه من الضرورى ضمان ثبات هذه الحوائط حتى لا يتسبب الضغط فى نزعها وقلبها ومن ثم يتحتم تثبيتها تثبيتاً كافياً ويمكن إنشاء هذه الحوائط بأشكال مختلفة مع مراعاة ما يلى :

(أ) أن تقى من اختراق الشظايا لها وهذا لا يتأتى إلا باستخدام الأسماك الموضحة فى الجدول .

فإذا كانت القنابل المتوقعة عيار ٥٠٠ رطل فإن الجدول يقول إن السمك اللازم للحائط إذا ما كان من الصلب هو ٢ بوصة — وإذا ما كان من الخرسانة المسلحة ١٢ بوصة — وإذا ما كان من الخرسانة العادية ١٨ بوصة — وإذا ما كان من الطوب المقوى بأسياخ حديدية ١٧ بوصة — وإذا ما كان من الطوب العادى ٢١٫٥ بوصة — وإذا ما كان من بلاطات خرسانية سابقة الصلب ٢٤ بوصة — وإذا ما كان من التراب المحصور بين حواجز خشبية ٣٠ بوصة وإذا كان من الرمل ٣٦ بوصـــة .

(ب) ثبات الحائط وتثبيته بحيث لا يتقلب من تأثير الضغط وهنا يجب أن ينظر إلى الحائط على أنه كابولى مثبت فى الأرض وطرفه الآخر حر ويتعرض لضغط يجب أن يقاومه .

(ح) أن تكون أجزاء الحائط متماسكة مع بعضها تماسكا قوياً بحيث لاتتشرخ ولاتتطاير أجزاؤه وهذا لايتأتى إلا إذا كان إنشاؤه سليما من ناحية المواد والصناعة .

ومن أنواع هذه الحوائط ما يلى (شكل ٣٨) .

١ — حوائط خرسانية مسلحة (أو من الكتل الخرسانية المسلحة) تستند إلى أكتاف وهذه الأكتاف تبرز عن الحائط لمنع الحائط من الانقلاب . والحائط إما مثبت فى الكتف أو حر فى الحركة فوق أساس متين .

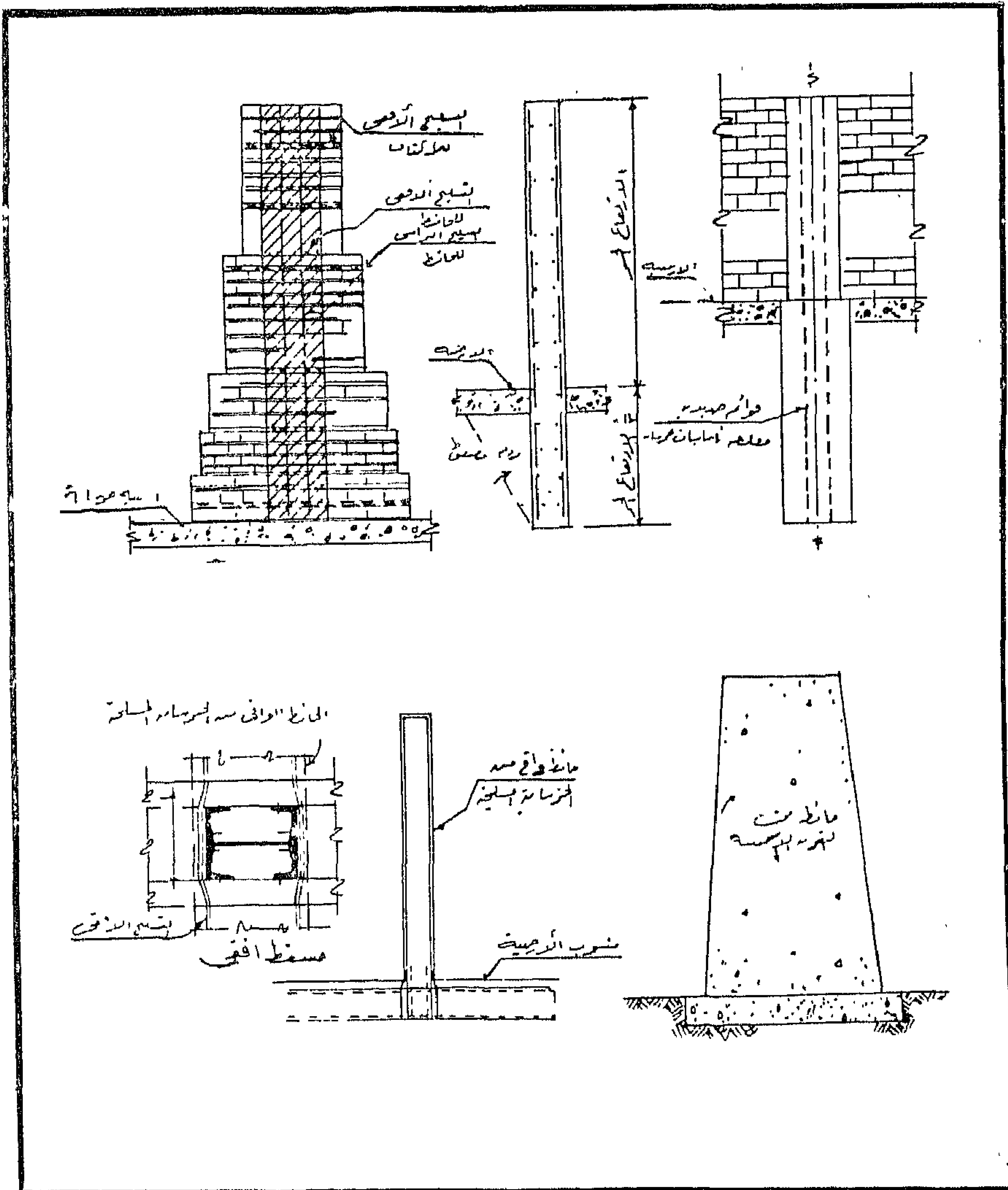
والمسافة المناسبة بين السواند هى من (٢٠ — ٤٠) قدم وفى حالة الكتل الخرسانة المسلحة تكون ١٠ قدم . وإذا ما انحرف الحائط بزاوية ٩٠ درجة فيمكن اعتبار الحائط الجديد سانداً للأول والعكس .

٢ — حائط خرسانى مسلح على هيئة كابولى مغروس فى الأرض بقدمة كافية والجزء المغروس فى الأرض يكون ثلث ارتفاع الحائط أو نصفه ويفضل أن يكون نصفه .

٣ — حوائط تتخللها كمرات من الصلب مغروسة فى الأرض فى أسمنت . وتبنى الحوائط الطوبية بين هذه الكمرات .

٤ — كابولى من الصلب له قاعدة من الصلب كما فى الشكل على الأرض أو فى داخلها وهذا النوع قد ينزلق من الضغط لأن التثبيت غير كاف لمقاومة الانزلاق .

٥ — حائط صب من الخرسانة وهو غير اقتصادى ويجب أن يتماسك أجزاؤه أو يعمل له هيكل خرسانى .



شكل رقم (٣٨)

٦ — أكثر الأنواع اقتصاداً هو التراب المحفوظ بين سواند من الخشب .

والتصميمات عالية خاصة بالمدرسة الأمريكية .

أما المدرسة الانجليزية ففي تقرير لها عن الحوائط الواقية جاء ما يلى :

— لعل المهندسون يذكرون جيداً المحاولات التى بذلت خلال الحرب العالمية الثانية لتقليل الخسائر التى كانت تصيب المصانع وكان من أكبر الخسائر التى تحدث تلك التى يتسبب عنها انهيار المصنع فى أهم أجزائه الرئيسية .

ومن وسائل تقليل هذه الخسائر إنشاء الحوائط الواقية التى تجابه شظايا القنبلة وأى شظايا أخرى مندفعة من نتائج الانفجار .

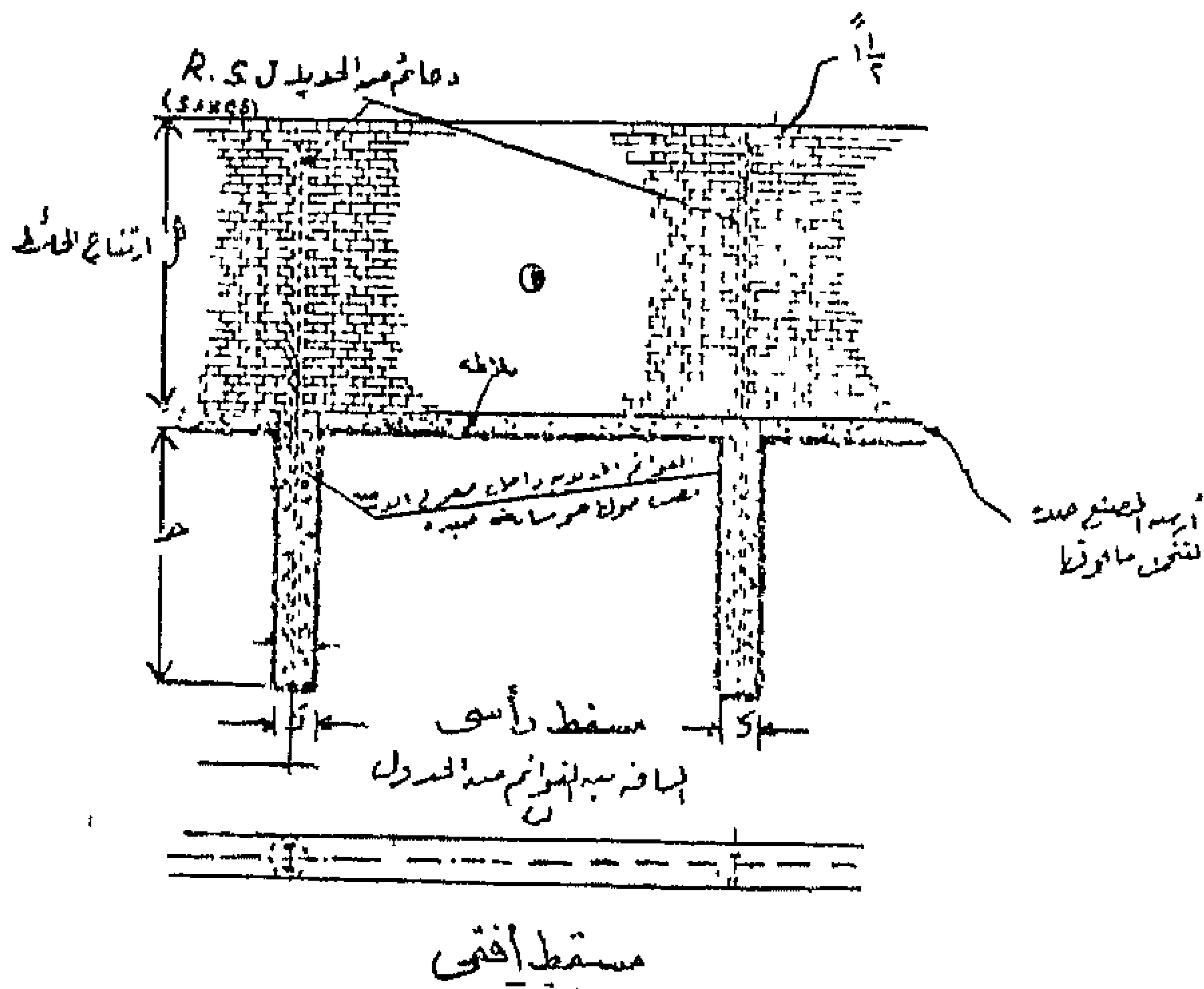
وعندما تصطدم القنبلة بمصنع من دور واحد فقد تنفجر فى سقف المصنع أو بعد أن تخترقه بمسافة فى الفراغ أسفله أو على أرض المصنع أو تخرق الأرض وتنفجر تحتها .

وفى الحالات الثلاث الأولى وحول منطقة الانفجار تتطاير شظايا تصطدم بالآلات فتسبب لها خسائر متفاوتة أما فى الحالة الرابعة التى تنفجر فيها القنبلة تحت أرض المصنع فإن الخسائر تنتج من شيئين أولهما الموجة الضاغطة وثانيهما ما يتطاير من حفرة الانفجار . وهذه المخلفات المتطايرة ترتفع إلى أعلى ثم تسقط فى الحفرة ثانية أو على أجنابها لكن بعضاً منها يندفع أفقياً تقريباً ويسبب خسائر فى الماكينات وما حولها .

ومن هنا فإن الحائط الواقى يوقف فعل الشظايا والركام المتطاير بشرط لا يتحطم هذا الحائط من تأثير الضغط الشديد المحصور الناتج من الانفجار وإلا فإن ما يتطاير منه يزيد الطين بلة ويسبب زيادة الخسائر لأن أجزاءه ستتطاير كالقذائف وتصطدم هى الأخرى بما فى داخل المصنع . كذلك بشرط ألا يكون الضغط قادراً على قلب الحائط لو كان متماسكا وإلا فقد فاعليته فكلنا نعلم أن الضغط ما هو إلا قوة ضخمة تعمل على جانب الحائط لفترة وجيزة وبالتالى تعرض الحائط لجهد أشد مما هى مصممة عليه ومن ثم يجب تصميم الحائط ليكون قادراً على امتصاص هذه الطائفة الكبيرة .

وكنموذج لهذه الحوائط هذا الحائط الواقى وهو حائط من الطوب مبنى فوق أرضية المصنع مسلح بأسياخ طولية وعرضية . وللحائط أكتاف مسلحة قوية حتى لا يتغلب عليها (تشبه الحالة ١ فيما سبق) .

ونوع آخر من الحوائط الواقية عبارة عن كابولى من الخرسانة ممتد تحت الأرض يتوسطه كمرة من الصلب كما هو موضح فى الشكل (٣٩) وتبنى بينها الحوائط من طوب مسلح فوق أرض المصنع وهذه الحوائط أقوى من ثلاث إلى ست مرات من القوائم الصلب الساندة لها ومن ثم كان الضغط الناشىء من الانفجار يمتص بهذه الأخيرة ، كما أن الضغط سبب فى بعض حالات أن مالت هذه الحوائط ١٤ درجة (شكل ٣٩) .



شكل (٣٩)

والمسافات والمقاسات يوضحها الجدول .

أما مقاسات الكمرة وعمقها بالنسبة لنوع التربة وقطر الثقب الذى توضع فيه ونوع التسليح الذى يوضع داخل حوائط الطوب بالعرض وبالطول فى منتصف الحائط فيوضحه الجدول التالى :

ارتفاع الحائط (أ)	المسافة بين القوائم (ب)	مقاس القائم	عمق القائم تحت السطح حسب الضغط على التربة (ض) بالطن على القدم المربع (ح) ض = ١	ض = ٢	ض = ٣	ض = ٤	ض = ٥	اقل قطر للمجرى (S)	التسليح الأفقى فى منتصف الحائط	التسليح الرأسى فى منتصف الحائط
٨′ ـ″	١٢′ ٦ ٣/٤″	٩″ × ٤″ × ٢١ رطل	٩′ ـ″	٦′ ٣″	٥′ ٣″	٤′ ٦″	٣′ ٩″	١٢″	٥/٨″ تتباعد ٩″ من محاورها	٣/٨″ تتباعد ١٢ ١/٢″ من محاورها
١٠′ ـ″	١٢′ ٦ ٣/٤″	١٠″ × ٤ ١/٢″ × ٢٥ رطل	٩′ ٩″	٦′ ١١″	٥′ ٨″	٤′ ١١″	٤′ ـ″	١٤″		
١٢′ ٦″	١٢′ ٨ ٣/٤″	١٢″ × ٥″ × ٣٠ رطل	١٠′ ١٠″	٧′ ٨″	٦′ ٣″	٥′ ٥″	٤′ ٥″	١٦″		
١٥′ ـ″	١٢′ ٨ ٣/٤″	١٣″ × ٥″ × ٣٥ رطل	١٢′ ١″	٨′ ٨″	٧′ ـ″	٦′ ١″	٥′ ـ″	١٦″		
١٧′ ٦″	١٢′ ٨ ٣/٤″	١٤ ١/٢″ × ٥″ × ٤٠ رطل	١٢′ ٩″	٩′ ١″	٧′ ٤″	٦′ ٤″	٥′ ١٠″	١٨″		
٢٠′ ـ″	١٢′ ٨ ٣/٤″	١٥″ × ٦″ × ٤٥ رطل	١٤′ ـ″	١٠′ ـ″	٨′ ١″	٧′ ـ″	٦′ ٨″	١٨″		

مما سبق يجب أن يوضع فى الاعتبار أن هذه الحوائط كلما زاد طولها كلما ساعدت على تقليل قوة التمزق إذ أن الضغط الناشىء من الإنفجار عندما يصطدم به وهى ذات سمك قوى كالموضح فى الجدول (٨) وأساس متين فانه يعجز عن تدميرها ويضطر للانحراف على الجانبين مماساً لها بغية الالتفاف حولها ، وبالتالى كلما طال طريق هذا الضغط كما قلت حدته فيلف حولها وقد إنخفضت قيمته بما مقداره من ١٠ إلى ٤٥ ٪ من قيمته الموجبة ...

أما قيمته السالبة فهى لا تتأثر .

ومن هنا تتضح لنا أهمية طول الحائط .

خزانات البترول ومشتقاته :

يمكن وقايتها بإحدى الوسائل الآتية:

١ — تخزين مضاد لتأثير القنابل .

٢ — خزانات مدفونة تحت الأرض .

٣ — خزانات فوق الأرض تحفظ بحوائط واقية من الشظايا والضغط .

٤ — خزانات وقود وبراميل منتشرة ومخفاة .

١ — بالنسبة لتخزين الوقود فى خزانات مضادة لتأثير القنابل يفضل عمل هذا النوع فى الخزانات الرئيسية والقواعد الهامة ، ويتم ذلك بانشاء خزانات تحت الأرض تغطى بسقف واقى من الخرسانة المسلحة ذات أسماك كبيرة — ومن الممكن إنشاء هذه الخزانات فى مغارات فى الجبال وواضح أن تكاليف الإنشاء ضخمة ، وأنها أكثر من قيمة ما يخزن بها من وقود ولكنها ضرورية جداً .

٢ — الخزانات المدفونة تحت الأرض وهذه باخفائها تحقق وقاية كاملة أو يكاد يكون من المستحيل إشتعالها بالإضافة إلى صعوبة التعرف عليها ، وحتى لو حدث لها إشتعال نتيجة إصابة مباشرة فيسهل جداً إطفاؤها فى مثل هذه الحالات وتكون الخسائر فى البترول طفيفة جداً .

ومن المفضل عمل سقف خرسانة بسمك ١٠ بوصات للوقاية من القنابل الخارقة حتى وزن ٥ أرطال .

٣ — أما الخزانات السطحية فهى معرضة لموجات الضغط الناشئة من الإنفجار ، وكذا للشظايا الناتجة من القنبلة وهذه قادرة على أشعال المحتويات وعلى إنسياب الوقود مشتعلا حتى يصل إلى غيره من الخزانات .

جانبية حول المنطقة التى توضع بها مع عمل تسهيل لإنزالها وإخراجها على أن تكون البراميل فى مجاميع لا يزيد ما بها عن ٥٥٠٠ جالون والمسافة بين كل مجموعة براميل وأخرى لا تقل عن ١٠٠ قدم (شكل ٤١).

شكل (٤٠)
وقاية خزانات البترول

ولهذا تعمل حوائط واقية لهذه الخزانات بالأسماك الواقية السابق الإشارة إليها .

٤ — وبالنسبة للبراميل ، فمن الممكن عمل تكسية

مسقط أفقى
رصيف تنزلق علية البراميل
حفرة لماء الرشح
قطاع ا—ا
قطاع تبادلى
قطاع ب—ب
(طريقـــة تشـــوين براميل البترول)

شكل (٤١)
وقاية براميل البترول

الفصل الخامس

المخابىء

يمكننا أن نقسم المخابىء طبقاً لدرجة الوقاية المفروض أن تحققها على حسب الحالة إلى نوعين رئيسيين :

أولا : مخابىء واقية من الشظايا وقوة التمزق ، وهذه أسماكها حوائط وأسقف يحددها الجدول رقم ٨ .

وقد تكون من ناحية الإنشاء :

١ — أما مخابىء سطحية .

٢ — أو مخابىء مدفونة .

٣ — أو خنادق تستعمل كمخابىء (لاحظ الفرق بين كلمة خندق ، ومخبأ) .

٤ — أو مخابىء تجهز داخل منشآت قائمة كالمنازل والمدارس ، والمصانع .

وهذا النوع من المخابىء الواقى من قوة التمزق والشظايا أكثر الأنواع ، إستخداماً .

ثانياً : مخابىء واقية من الضرب المباشر تخضع فى تصميمها لما سبق أن أوضحناه فى هذه المحاضرات .

وهذه بالطبع غالية التكاليف لكنها على أى حال قد تصمم لأغراض خاصة لا تتحكم فيها التكلفة .

ثالثا : مخابىء واقية من الحرب الكيمائية .. البيولوجية . . الراديولوجية : والغرض من إنشاء المخابىء ، هو وقاية الأفراد ، أو المهمات ويجب أن تخطط وتوزع بحيث تضمن سرعة وسهولة وصول الأفراد إليها فى أقصر وقت كما تكون سعتها بحيث تسمح باستيعاب أعداد كبيرة لا مغالاة فيها ويمكن اعتبار الرقم حوالى ٥٠ فرد كحد أعلى رقماً مناسباً . وهذه المخابىء تقوى الروح المعنوية أثناء الغارات الجوية . ولو عممت لقلت الخسائر لدرجة كبيرة جداً . ومن تجارب الحرب العالمية الثانية ، وحرب التحرير فى أسبانيا ، والغارات الاسرائيلية على جبهة السويس أثبتت المخابىء فاعليتها تماماً .

أولا : المخابىء الواقية من الشظايا وقوة التمزق :

١ ـ المخابىء السطحية : (شكل ٤٢ ، ٤٣)

من الواجب بصفة عامة أن نقرر أن إنشاء المخابىء عملية تسودها أخطاء ضخمة لا تؤدى فى النهاية إلى الحصول على الغرض المنشود ويرجع ذلك إلى إهمال الأسس الفنية ، فليست الفكرة مجرد إنشاء غرفة فى مكان ما تحت سطح الأرض ، بل المسألة إنشاء مكان يستطيع أن يحقق الوقاية ، فمثلا إذا كان المخبأ باب يجب أن يفتح هذا الباب للخارج ، وليس للداخل ، حتى إذا ما أراد بعض الضغط الناشىء من الإنفجار إقتحام هذا الباب فإنه يساعد على إغلاقه عكس ما إذا كان يفتح للداخل ، وهكذا مما سنورده هنا مفصلا .

ويجب أن يكون المخبأ صندوقاً متماسكا : سقفه وحوائطه وأرضه فإذا كان من الخرسانة المسلحة مثلا .. يجب أن يصل التسليح بين السقف والحوائط والأرضية حتى لا يحدث إنهيار إذا ما تعرض المخبأ لشىء من الدمار .

وفى تصميم الوصلات يفترض حملا متحركا ٢٠٠ رطلا للقدم الطولى من المخبأ يعمل على سطح المخبأ بالإضافة إلى أثقال الركام التى نفترضها ٢٠٠ رطل للقدم المربع من سطح المخبأ .

والمخابىء السطحية قد تتعرض للضغط والشظايا الناشئة من قنابل المفرقعات أو القنابل الحارقة ، وهذه القنابل الحارقة ولو أن أوزانها ضئيلة تصل إلى بضعة أرطال إلا أن بعضها قادر على إختراق الأسقف .

والمخابىء السطحية مزايا يمكن تلخيصها فيما يلى :

(ا) إقتصادية فى إنشائها إذ أنها لا تحتاج لحفر كبير كالمخابىء المدفونة .

(ب) تناسب الأرض التى بها مياه رشح والتى يتعذر الحفر فيها كما تناسب الإنشاء فى الحدائق وأجناب الطرق وحيثما يصعب الحفر عموماً .

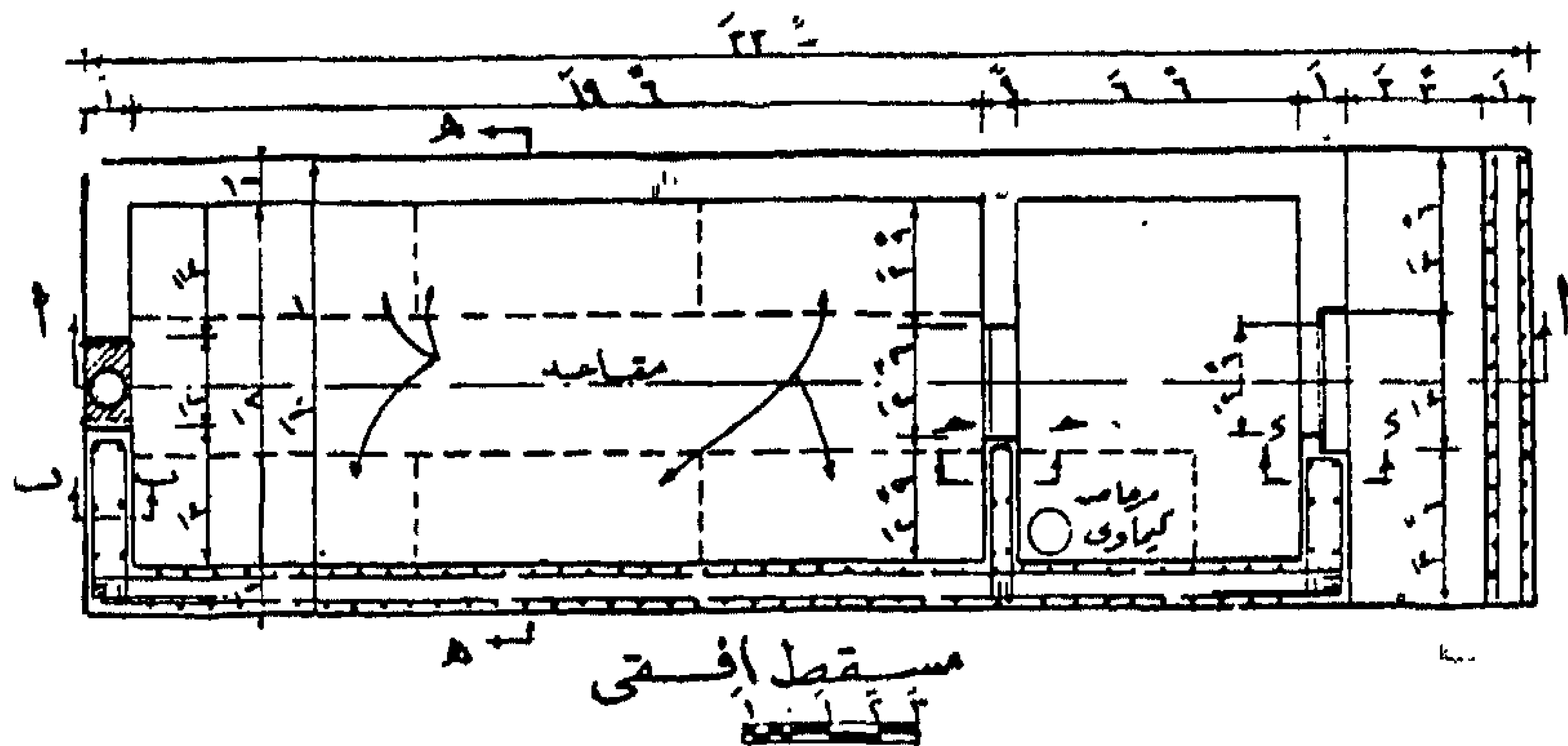
(حـ) يمكن زيادة فاعليتها فى الوقاية تدريجياً بوضع شكاير رمل أو تراب محصور بين ألواح خشبية بجوار الحوائط ، وكلما أمكن تزيد من هذه التكسيات .

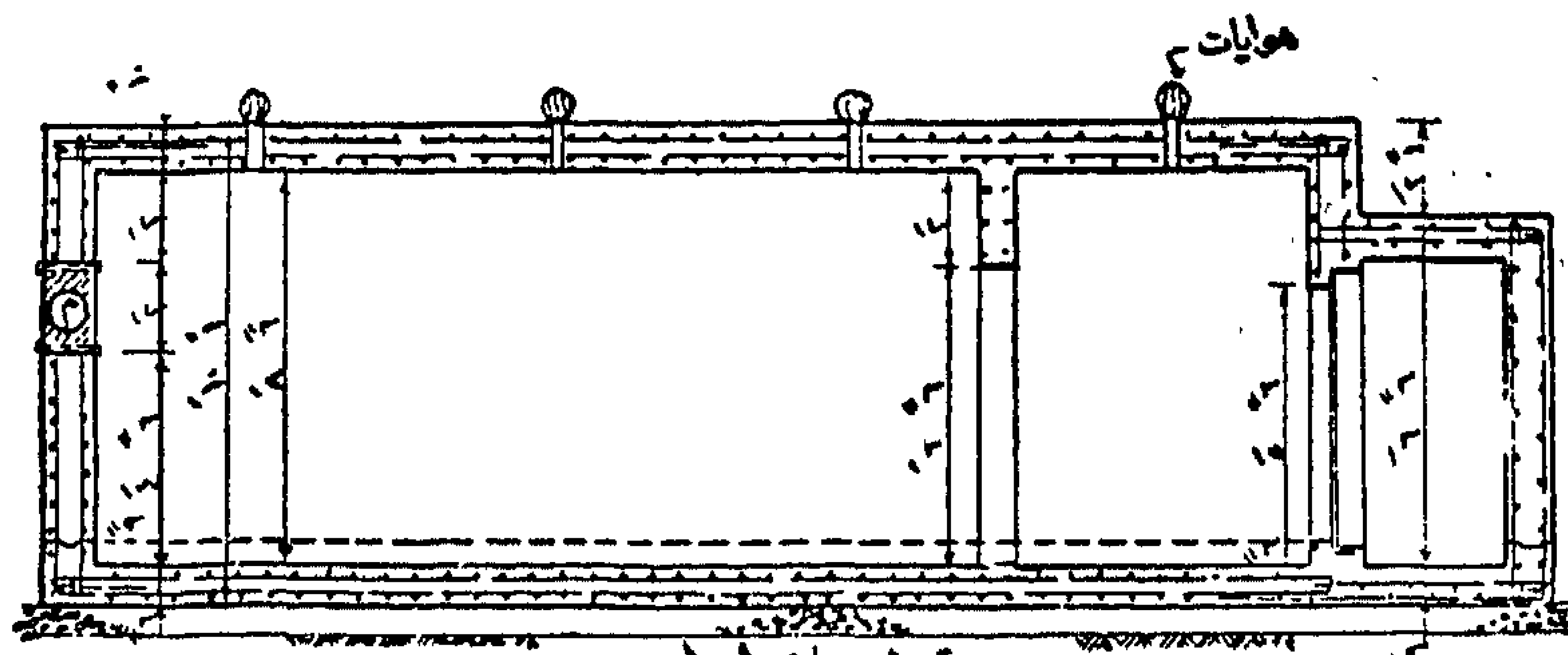
(د) لا تتعرض للهزات الأرضية والموجات الضاغطة التى تنشأ من انفجار القنبلة إذا ما انفجرت تحت الأرض الأمر الذى تتعرض له المخـابىء المدفونة والأساسات وكل ما هو تحت الأرض .

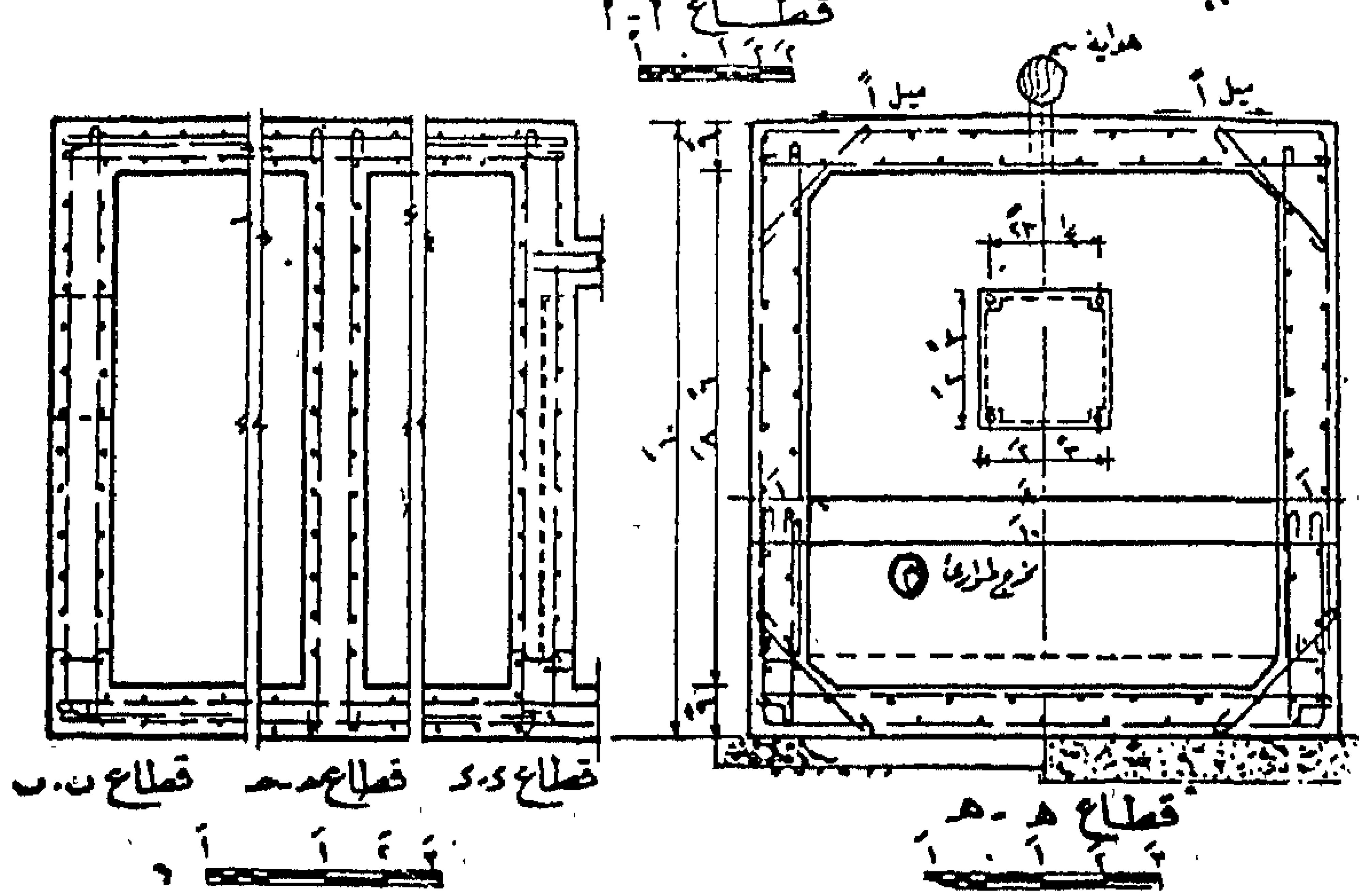
(هـ) يسهل الوصول إليها والخروج منها بسهولة وقت الغارة فليس من السهل تجاهل الذعر والحالة النفسية التى يكون عليها الأفراد عند حدوث الغارة ولقد يؤدى هـذا التزاحم عند دخول المخابىء فى عجلة وتـكدس إلى الموت :

ويمكن إنشاء المخابىء السطحية من مواد مختلفة وأحسن هذه المواد الخرسانة المسلحة ، أو الطوب المسلح ويقصد بالطوب المسلح الطوب العـادى . ولـكن تتخلله أسياخ حديدية طولية ـ وعرضية فى الفواصل بين الطوب على النحو الموضح فى شكل (٤٣) وهذا الأسلوب من الإنشاء غير مطروق فى أوساطنا الإنشائيـة ، ونود أن نلفت نظر المهندسين إليه .

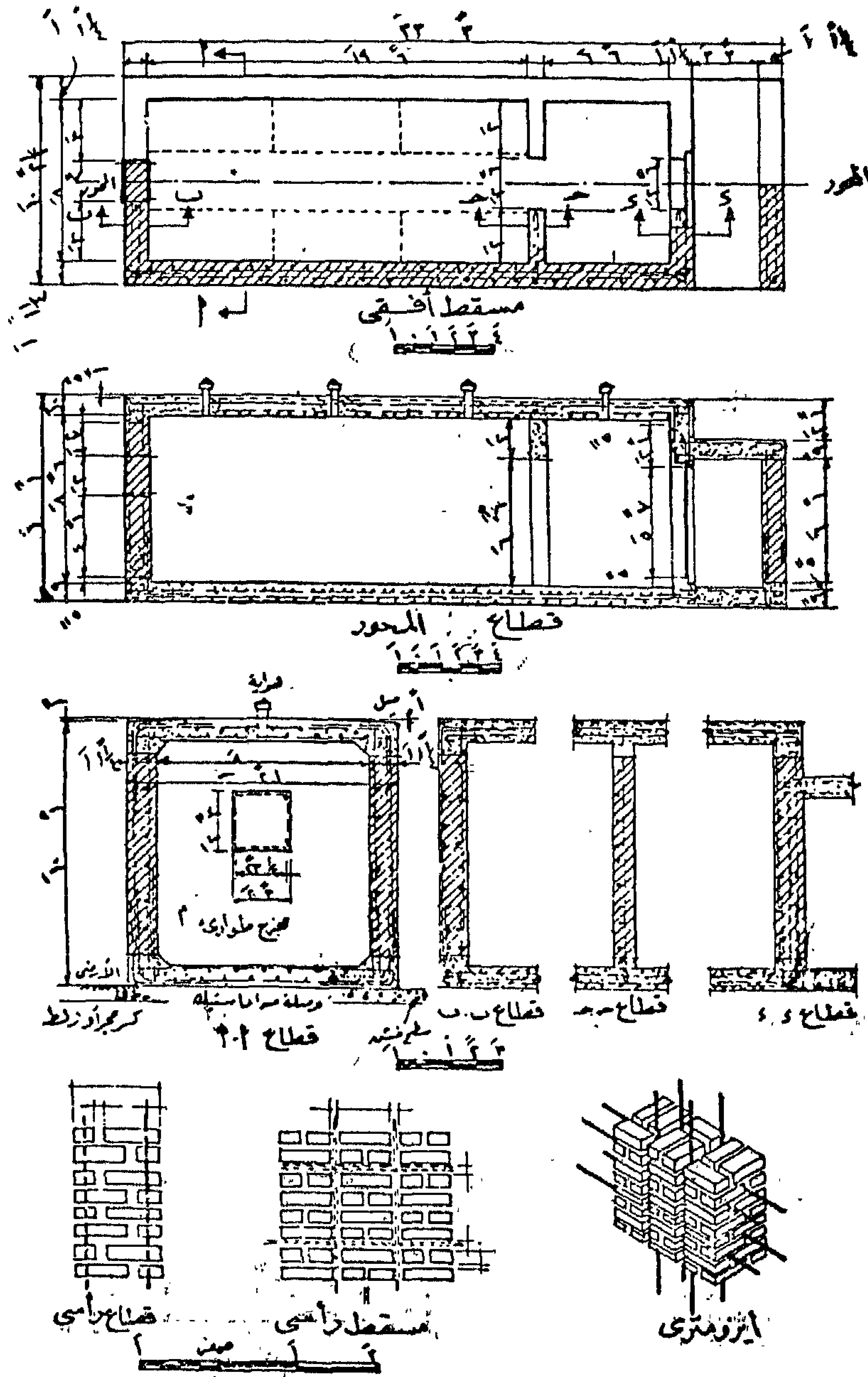
ومن هنا يمكن القول بأن الطوب وحده فوق الأرض







شكل رقم (٤٢) مخبأ سطحى واق من الشظايا لعدد ٢٥ شخصاً من الخرسانة المسلحة



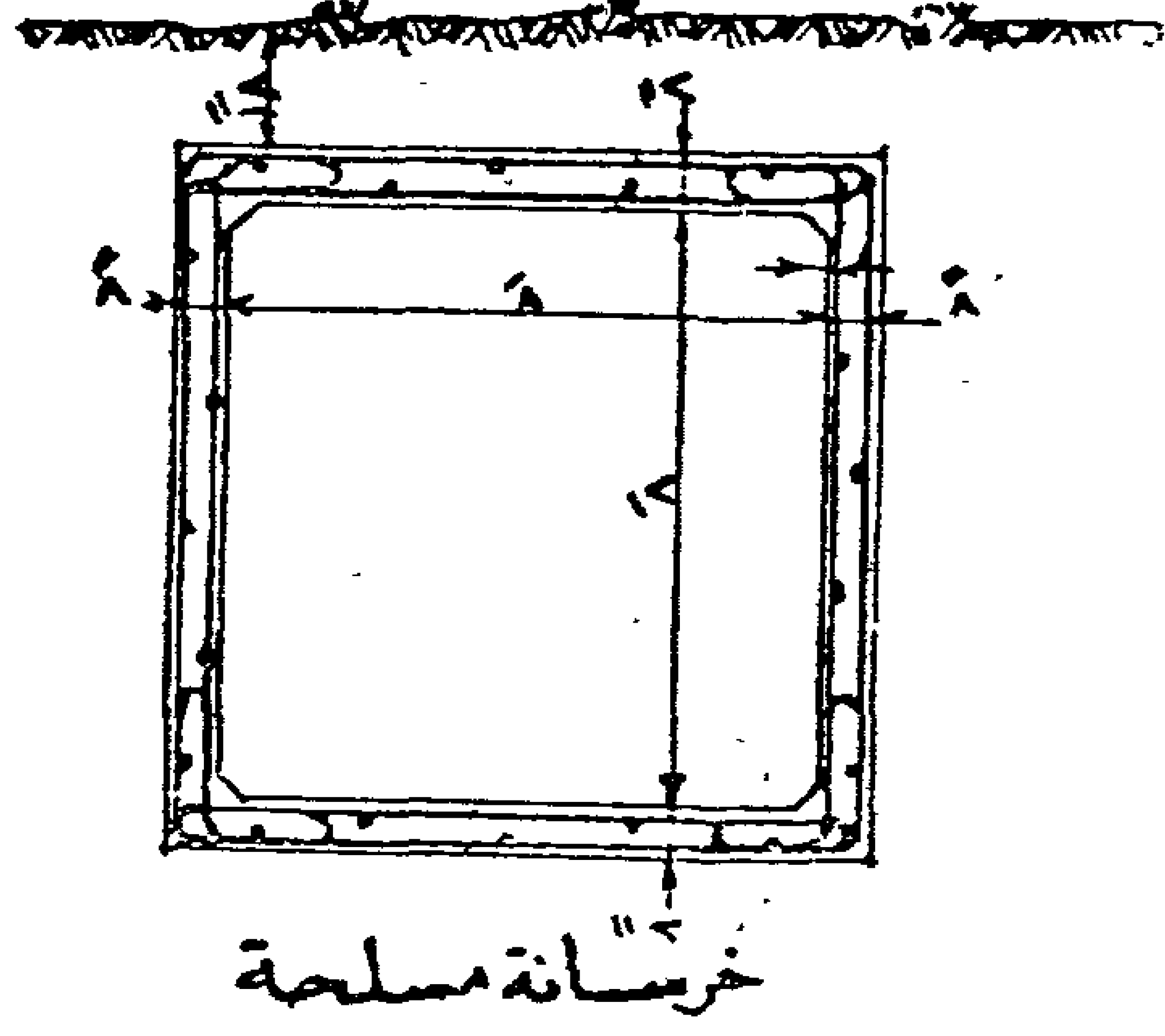
شكل رقم (٤٣) مخبأ واق من الشظايا لعدد ٢٥ شخصاً من الطوب المسلح

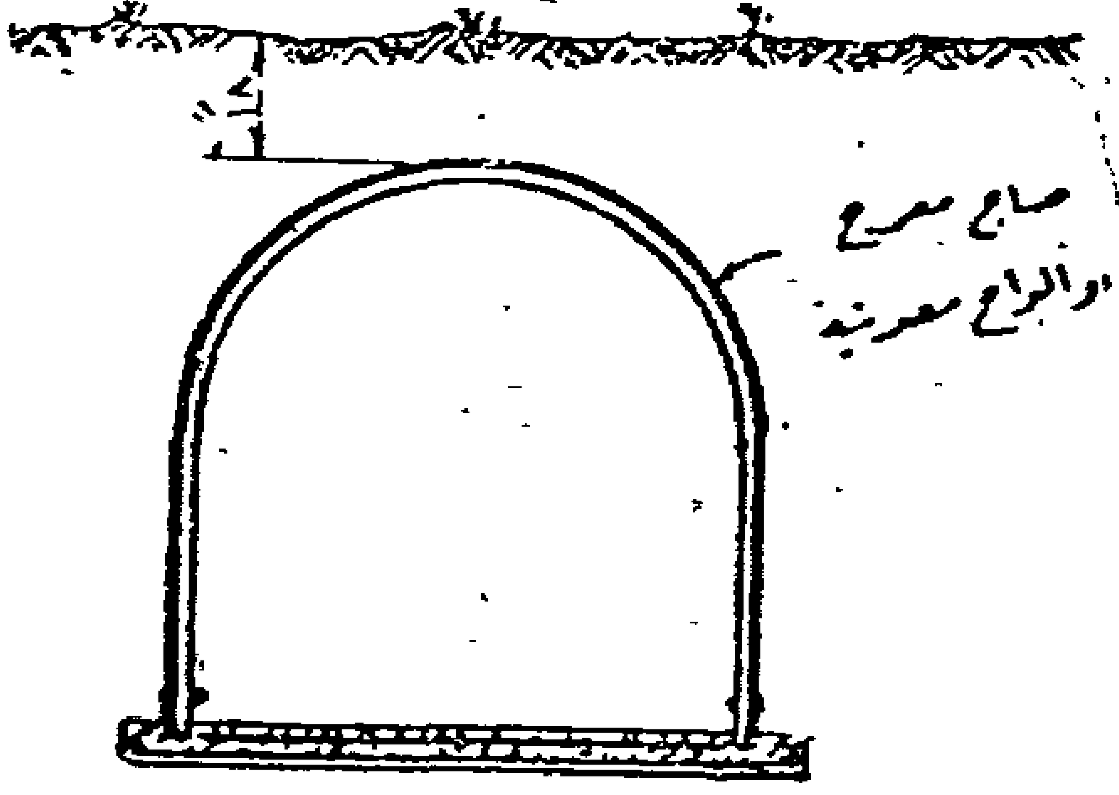
لايكفي والأسماك التي يجب أن تكون عليها حوائط المخبأ هي الموضحة في — الجدول رقم ٨ .

ويمكن استخدام مواد أخرى خلاف ماسبق — إلا أن المواد الأخرى قد تتطلب الاستعانة بكميات أكثر من الحديد .

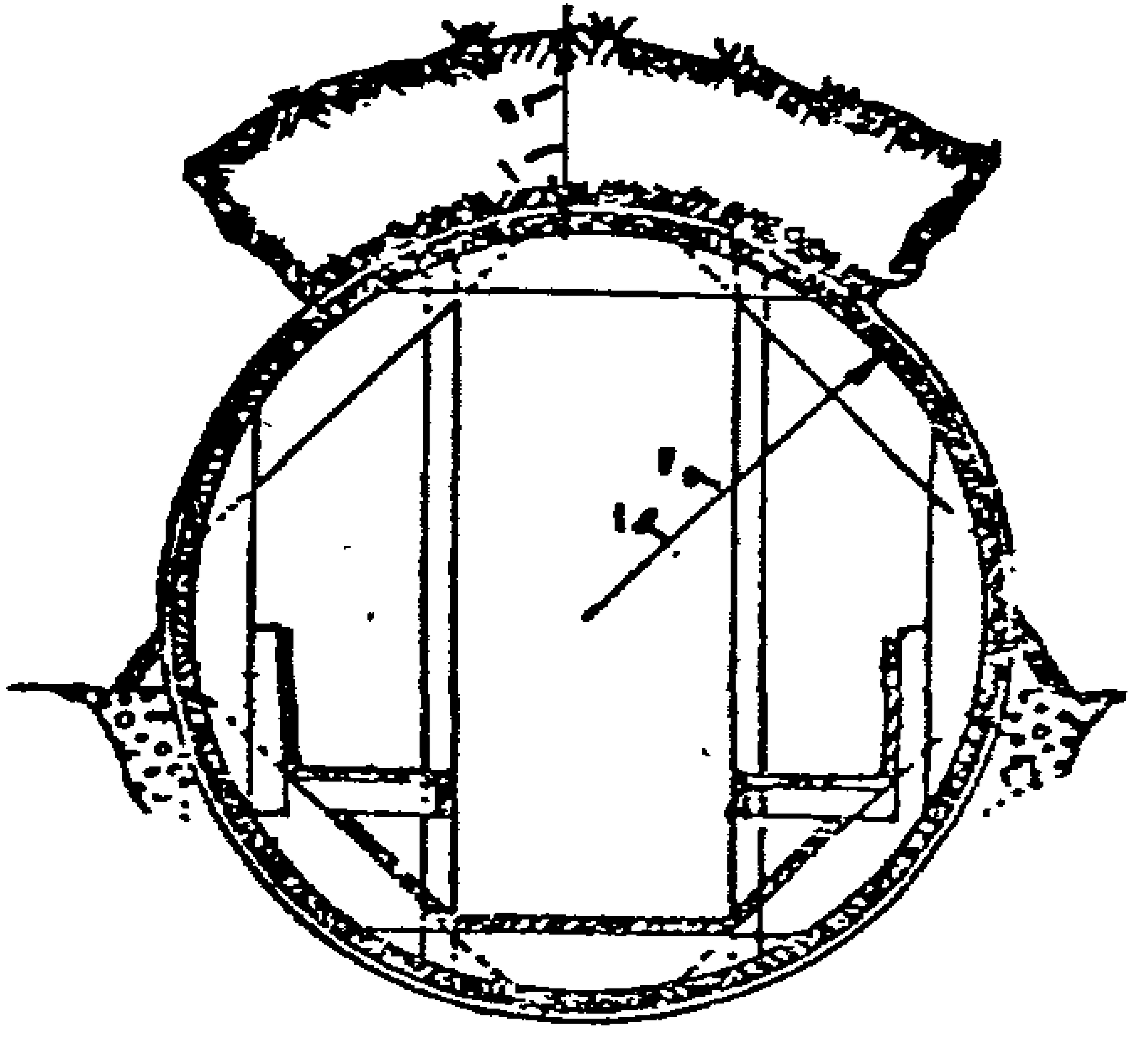
وأرضية المخبأ لا يجب أن تتماسك مع الأساس . . بل يجب أن تكون قادرة على التحرك حانياً إذا ماحدثت هزة أرضية .

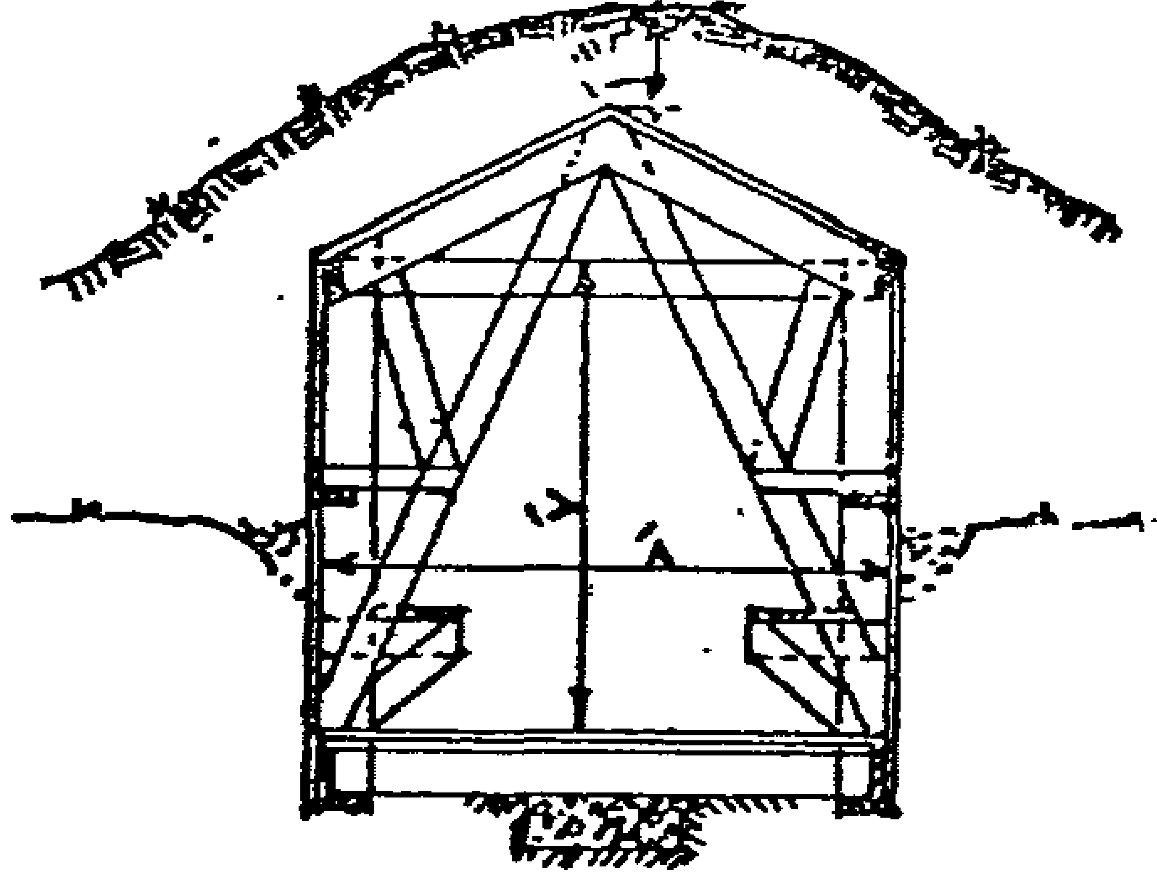
وهناك أنواع عديدة من المخابىء السابقة الأعداد التي يمكن إنتاجها بكميات ثم تنقل فوراً إلى المكان المعد وتجهز فيه



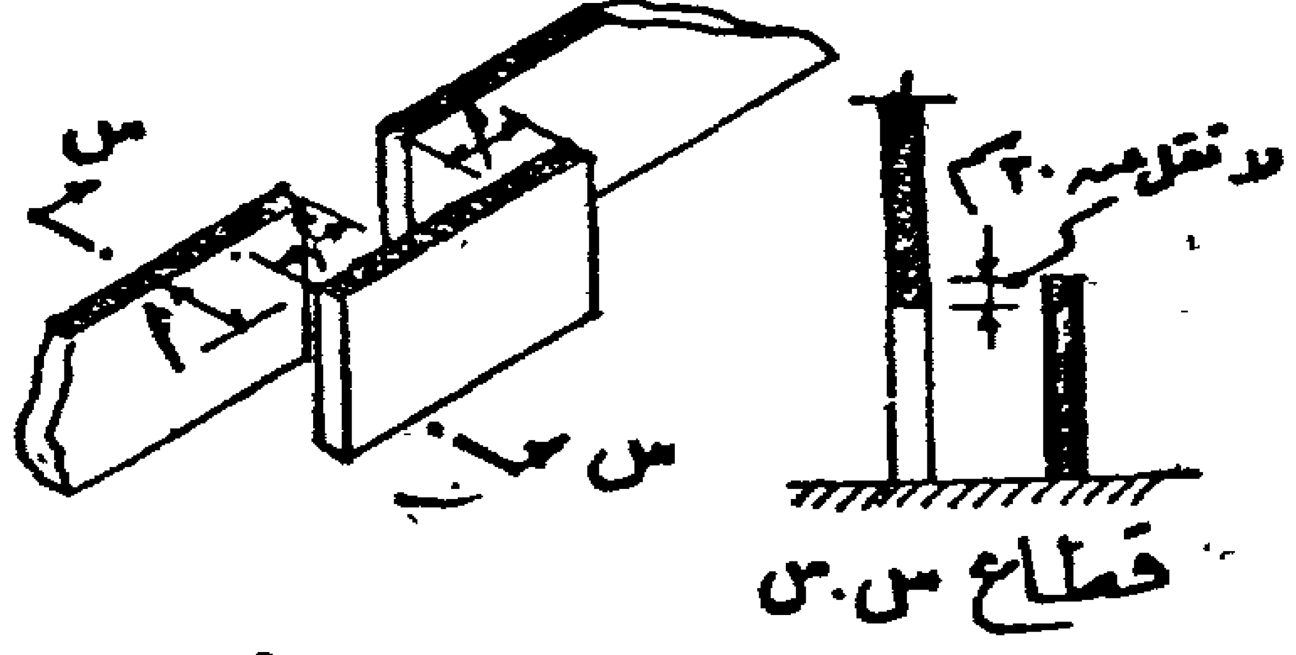


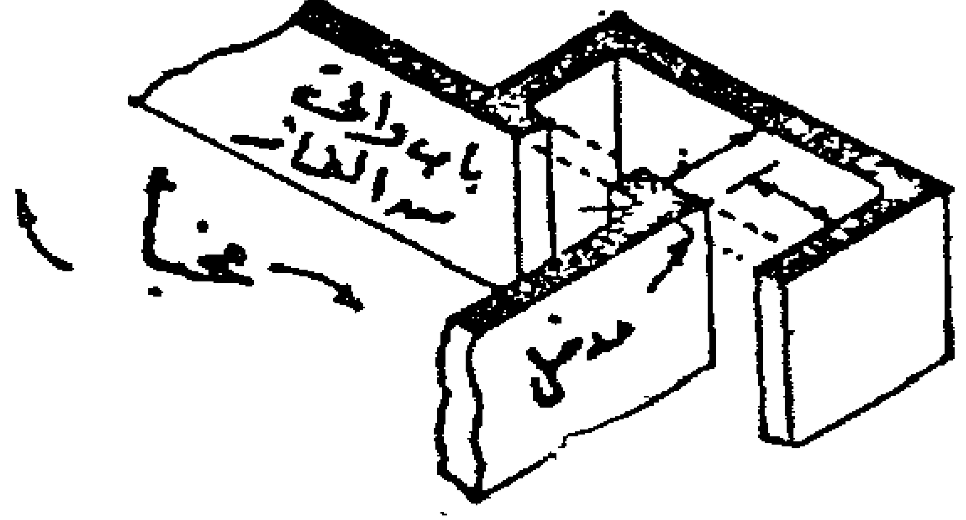
نماذج لمخابىء مدفونة

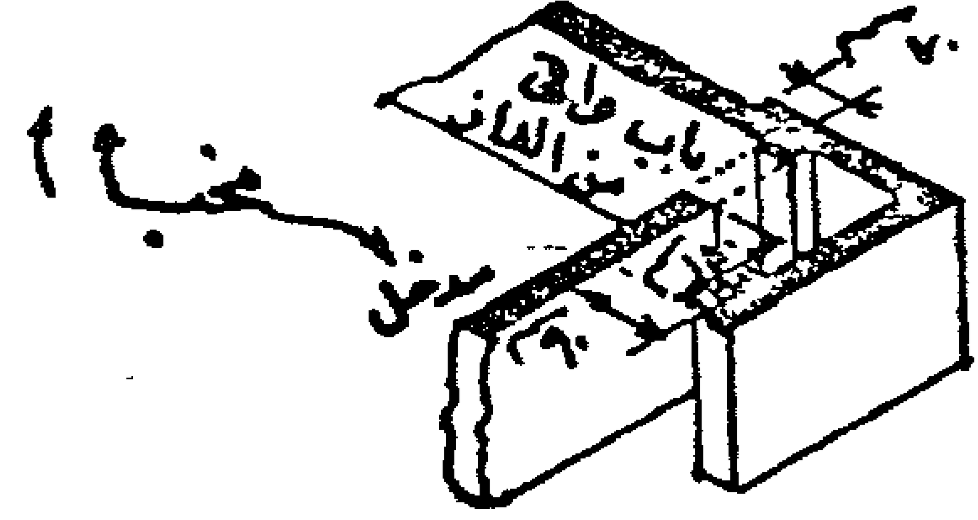




نماذج لمخابىء خشبية نصف مدفونة







قواطيم فى المدخل

شكل (٤٤)

وكنموذج لمخبأ سطحى منشأ من الخرسانة وآخر من الطوب المسلح .. توضح الأشكال (٤٢ ، ٤٣) مثالا لكل .

٢ - المخابىء المدفونة :

وهذه قد تكون مدفونة بالكامل تحت الأرض أو نصف مدفونة أى مدفونة جزئياً وفوق هذه الأنواع توضع طبقة من الردم لاتقل عن ١٨ بوصة (شكل ٤٤) .

وهذه المخابىء توفر وقاية جيدة من القنابل التى تنفجر فوق سطح الأرض أى بمجرد ملامستها للأرض أى تقاوم الشظايا والضغط ولكنها تتعرض للهزة الأرضية والموجة الضاغطة من القنابل التى تنفجر بعد اختراقها للأرض . وفى الأرض الرطبة التى يتواجد فيها ماء رشح يخلق إنشاء مثل هذه المخابىء مشاكل متعددة كما يخلق مشاكل صحية خاصة إذا لم ينزح منها ماء الرشح أولا بأول .

ولهذا النوع من المخابىء المزايا التالية :

(ا) تحقق وقاية ممتازة من الشظايا وضغط الانفجار .

(ب) وجودها تحت الأرض يسمح بوضع ردم فوقها مما يحقق وقاية جيدة جهة الأسقف .

(ج) ومن الممكن إخفاؤها ومن الممكن إنشاء أعداد جمة منها فى مساحة صغيرة ويسهل إخفاء تجمعها .

والأنفاق العميقة التى تستخدم لشبكات المواصلات كتلك الموجودة فى موسكو ولندن تصلح لوقاية مجاميع ضخمة من السكان . . أما تلك الموجوده فى نيويورك فهى قريبة من المسطح ولا تؤدى الغرض .

وفيما يلى هذه ومزايا وعيب كل نوع منها :

(ا) الخرسانة السابقة الصب :

وهذه تمتاز بالسرعة فى الإنشاء ، ولا تحتاج لعمال على جانب كبير من المهارة . فيكفى مهارة متوسطة ومن السهل أن يمنع نفاذ الماء منها لكن الوصلات بين بلاطاتها عرضة للتأثير بالموجات الضاغطة والهزات الناشئة عن انفجار القنابل التى تنفجر بعد اختراق الأرض ومن ثم قد ينهار المخبأ كما أن الوصلات قد تفتح من الهزات الأرضية.

(ب) الخرسانة المسلحة :

تمتاز بقدرتها على مقاومة الهزات الأرضية والموجات الضاغطة ومن المفضل أن تبطن الحوائط لمنع تسرب الرطوبة. والإنشاء يحتاج إلى وقت ومعدات .

(ج) الطوب :

ويسهل الحصول عليه كما يسهل إنشاؤه ويعيش مدة طويلة ويحتاج لصناع مهرة كما يحتاج لدقارات كثيرة وعيبه أنه يتأثر بالهزات الأرضية مالم يسلح وطريقة تسليحه سبقت الإشارة إليها . ومن أكبر عيوب المخابىء المصنوعة من الطوب بعد تأثر حوائطها من الانفجارات سقوط الأسقف الخرسانية على الأفراد الأمر الذى يجعلنا نهتم بإنشاء حوائط عرضية داخل المخبأ لمدكاف تعلوها كمرات يرتكز عليها السقف وتصبح دعائم حاملة له فى حالة انهيار الحوائط الخارجية كلها أو بعضها .

(د) الخشب :

يمكن صناعته بسرعة بعمال نصف مهرة وهو اقتصادى فى المناطق التى بها أخشاب ولكنه يتآكل من الرطوبة ويفضل ازدواج الأسطح مع وضع مادة عازلة بينهما .

هذا وفى حالة عمل مجاميع من هذه المخابىء سواء كانت مدفونة أو نصف مدفونة فان المسافة بينهما يجب ألا تقل عن ٣٠ قدماً من واجهة الحائط لواجهة الحائط .

مداخل المخابىء المدفونة ونصف المدفونة :

كل مخبأ واق يجب أن يكون له على الأقل مدخلان أى مدخل رئيسى وواحد للطوارىء على الأقل — والمخابىء المجمعة يعمل مدخل لكل ٥٠ فرداً وكذلك مخرج طوارىء لكل ٥٠ فرداً .

كل المداخل لهذه المخابىء (عدا الخنادق المغطاة التى ستلى فيما بعد ذلك مباشرة) يعمل لها حائط واق .

وإذا لم تعمل هذه الحوائط تعمل غرفة فى المدخل من

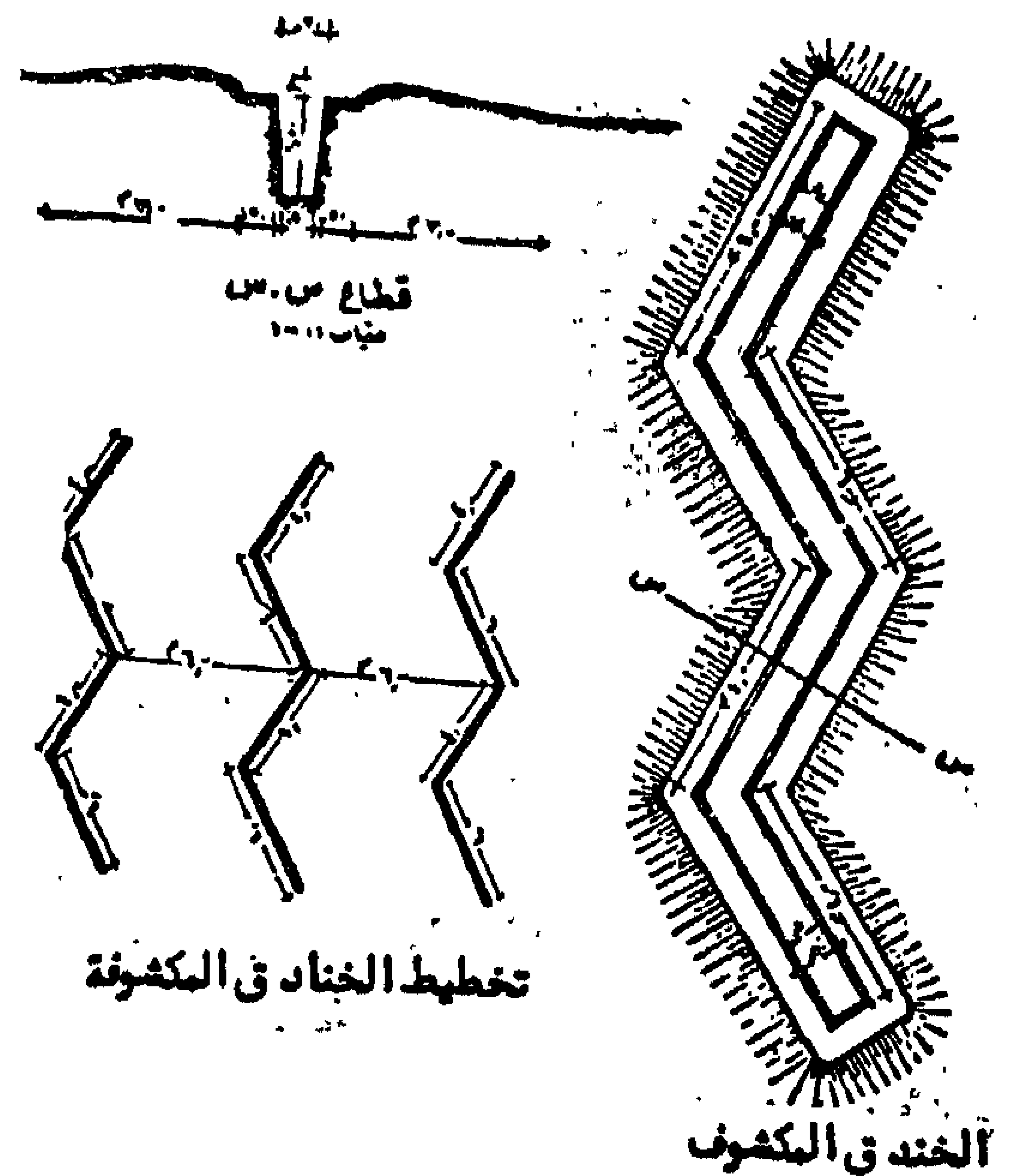
بابين .. وكل الأبواب تفتح للخارج وعلى فتحات الأبواب يعمل دروة بارتفاع ٦ بوصات لمنع دخول الماء .

٣ – الخنادق كمخابيء :

ويقصد بالخندق هذا الحفر المتعرج القطاع وهو عبارة عن حفر بالأرض بعرض ضيق وعمق كلما زاد كلما سمح للفرد بالبقاء فيه مستريحاً ومتعرج الأضلاع حتى إذا أصيب ضلع بحادث مابقيت الأضلاع الأخرى سليمة أو بعضها على الأقل، وبالتالى تقل الخسائر فى الأفراد (شكل ٤٥) .

وأجناب الخندق قد تكون رأسية إذا كانت التربة متماسكة أو مائلة على حسب نوعها وقد تكسى بألواح من الصاج أو بطوب حتى لا تنهار . ويوفر هذا الخندق مكشوفا الحماية نوعا ، من الضغط ومن الشظايا إذا لم تتطاير وتنزل بداخله .

ومن ثم فمن المفضل تغطيته وفى هذه الحالة يمكن اعتباره — نوعا من المخابىء ولاحظ التفرقة فى تعبيرنا بين كلمة (الخندق) و (المخبأ) .



شكل (٤٥)

الخنادق المغطاة :

وهكذا يمكن استغلال الخندق كمخبأ بتغطيته من السقف ولا تعتبر الخنادق المغطاة مخابىء جيدة بطبيعة الحال ولكنها على أى حال تحقق الوقاية من الشظايا والضغط وتستخدم فى مناطق الصناعات حيث المسافات محدودة لوقاية الأفراد ، وفى المعسكرات وفى مناطق العمليات الحربية وفى تخطيطها يجب أن تكون متعرجة بزوايا منفرجة أو قائمة ، وذلك للحد من استمرار تأثير الضغط إذا ما دخل فى أحد الأضلاع نتيجة إنفجار قريب أو نتيجة إصابة مباشرة لهذا الضلع وكل انحناء فى الأضلاع يخفض الضغط بنسبة ١٥ ٪ .

وحوائط هذا الخندق الذى يعمل كمخبأ يجب أن تكسى كما توضع بها (دقارات) لمنع انهيارها نتيجة لانهيار التربة . والأسقف تصمم على ٤٠٠ رطل للقدم المربع والحوائط تصمم بالإضافة إلى ضغط التراب على ٢٠٠ رطل للقدم المربع فى القمة و ٤٠٠ رطل للقدم — المربع عند القاع .

وفى حالة وضع تغطية من التراب أو الصخر فوق السقف يجب مراعاة أن تعمل هذه التغطية كمقد .

واتساع الخندق كما قلنا كلما قل كلما كان أفضل ، وإذا كنا قد قلنا إنه فى الخندق المكشوف حوالى ٧٠ سم من أعلى أو أكثر قليلا ففى حالة استخدام مجموعات يفضل أن يزاد ليكون العرض ٤ أقدام ، ٨ بوصات حتى يسهل استخدامه لمجموعات .

ويوضح الشكل ٤٦ تخطيطاً لهذه الخنادق المغطاة لتعمل كمخابىء واقية من الشظايا والضغط لمجموعات من الأفراد .

فى الشكل ا على جانبى طريق عملت مجموعات كل مجموعة منها عبارة عن مستطيلات من هذه الخنادق متصلة ببعضها بضلع من الخنادق ولها وسائل وصول إما سلالم أو مزلقانات .

شكل (٤٧) الخنادق المغطاة كمخابىء منفصلة في الأرض الفضاء تسع كل منها ٥٠ شخصاً

شكل (٤٦) تخطيط الخنادق المغطاة لعمل كمخابىء

كما يلاحظ أن بكل ركن من أركان المستطيل فتحة خروج احتياطية ويلاحظ أيضاً أن الضلع نظراً لطوله إذ وصله إلى أكثر قليلا من ٥٠ قدما للضلع الطويل وإلى أكثر قليلا من ٣٠ قدما للضلع القصير شكل ب فإننا قسمنا هذه الأضلاع بقواطيع وفيها شكل هـ على مسافات لحصر الخسائر .

كما يلاحظ فى حالة استخدام الغازات أن يعمل بعد المدخل مباشرة غرفة ذات بابين مانعين لنفاذ الغاز . كما تزود بمراحيض من الجرادل أو مراحيض كيمائية واحد لكل (٢٠ - ٢٥) شخصاً تقريباً .

وشكل ج يوضح أسلوباً لتخطيط هذه الخنادق داخل مساحة مبنية ومن الرسم يتضح كيف تعمل التعاريج متخللة الأعمدة .

وشكل د يوضح تفصيلا لهذه الحالة .

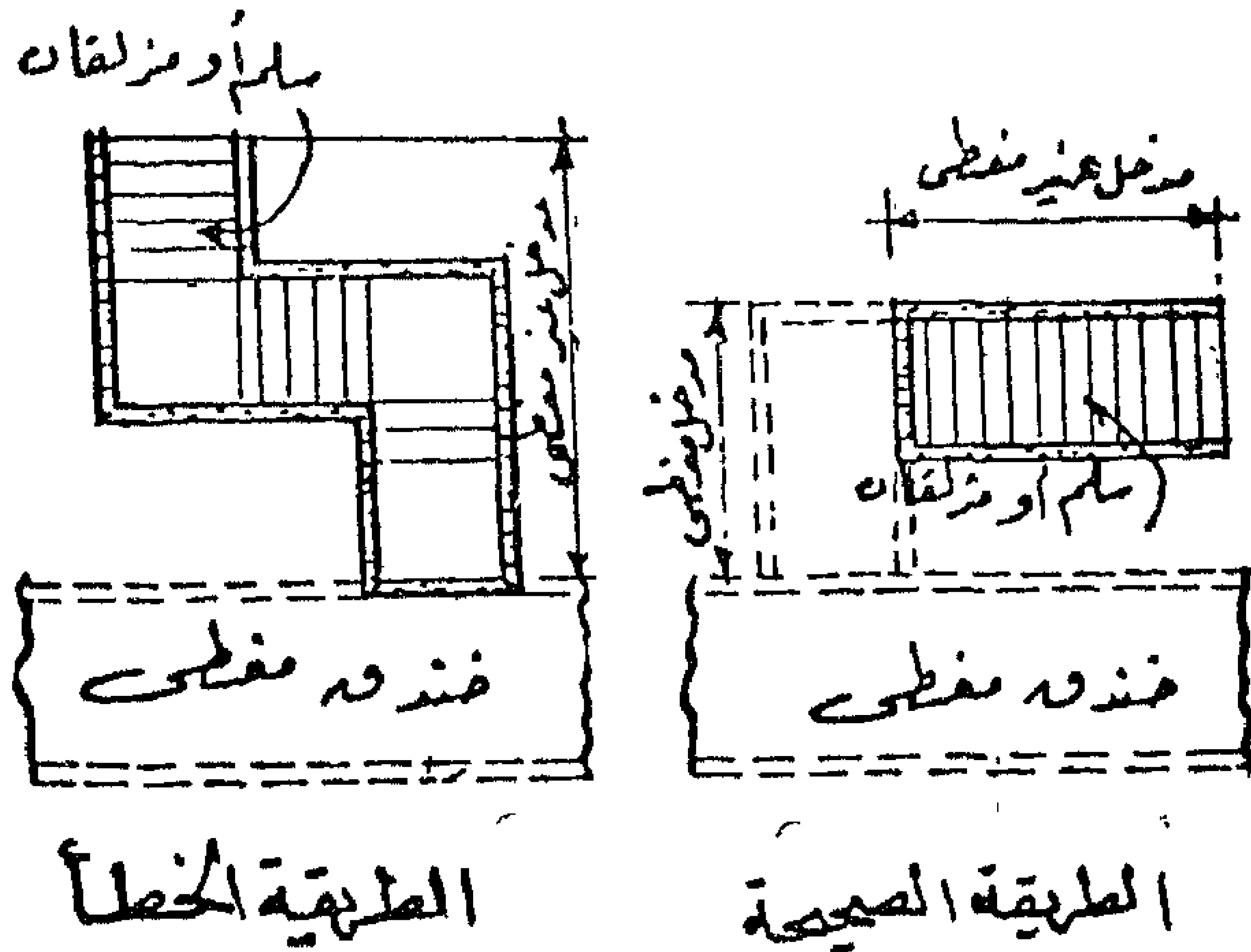
وكما يمكن جميع الخنادق المغطاة لتعمل كمخابىء جماعية كذلك يمكن عملها منفصلة متباعدة بحيث لا تقل المسافة بين أضلاعها من الخارج عن ٢٥ قدماً كما هو موضح فى شكل ٤٧ .

المداخل :

مداخل الخنادق المغطاة ليست كمداخل أنواع المخابىء المغطاة أو نصف المغطاة الأخرى والتى ذكرنا أنها تحتاج فى مداخلها إلى حوائط واقية على النحو الموضح فى شكلى ١٤ و ١٥ . أما مداخل الخنادق المغطاة فيجب أن تعمل بحيث قد تسمح بدخول الضغط مع عمل باب للضغط فى مدخل الخندق

ويوضح شكل ٤٨ مدخلين للخندق ، أحدهما خطأ حتى نتجنبه والآخر صحيح .

وإذا ما كان الغاز محتملا تعمل غرفة صغيرة فى المدخل لها بابان كما يوضع جهاز ترشيح لتنقية الهواء .



شكل رقم (٤٨) الطريقة الصحيحة لعمل مداخل الخندق المغطى

ويوضح شكل ٤٩ كيف استخدمت أسبانيا فى حرب التحرير هذا النوع من الخنادق .

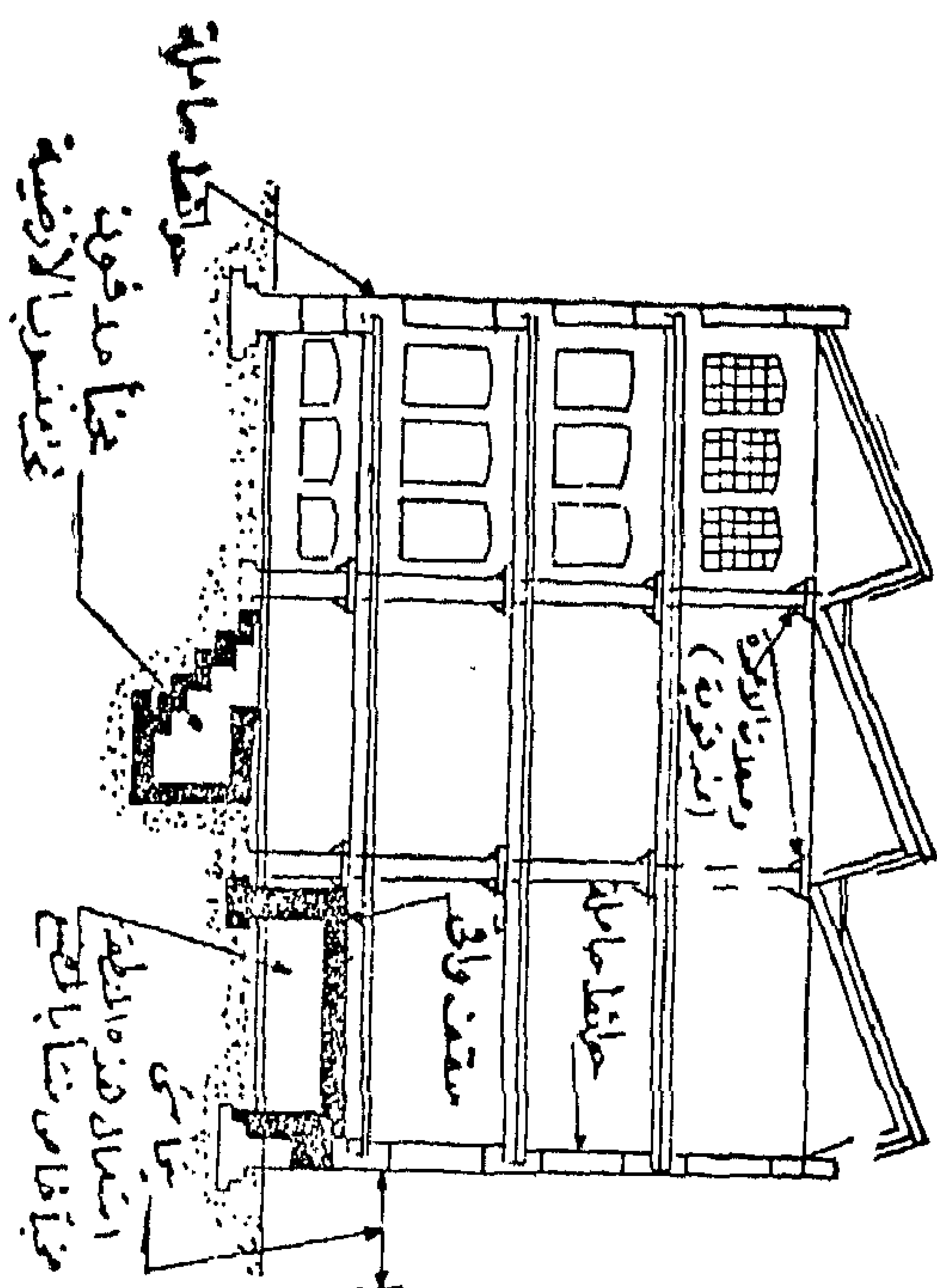
٤ – إعداد المخابىء فى المنشآت :

تحدث القنابل عند سقوطها على المبانى — إما من سقفها أو من الحائط جانبياً — اختراقا لهذه الأسقف، وعدة أدوار أخرى ثم تنفجر فتحطم ما حولها .

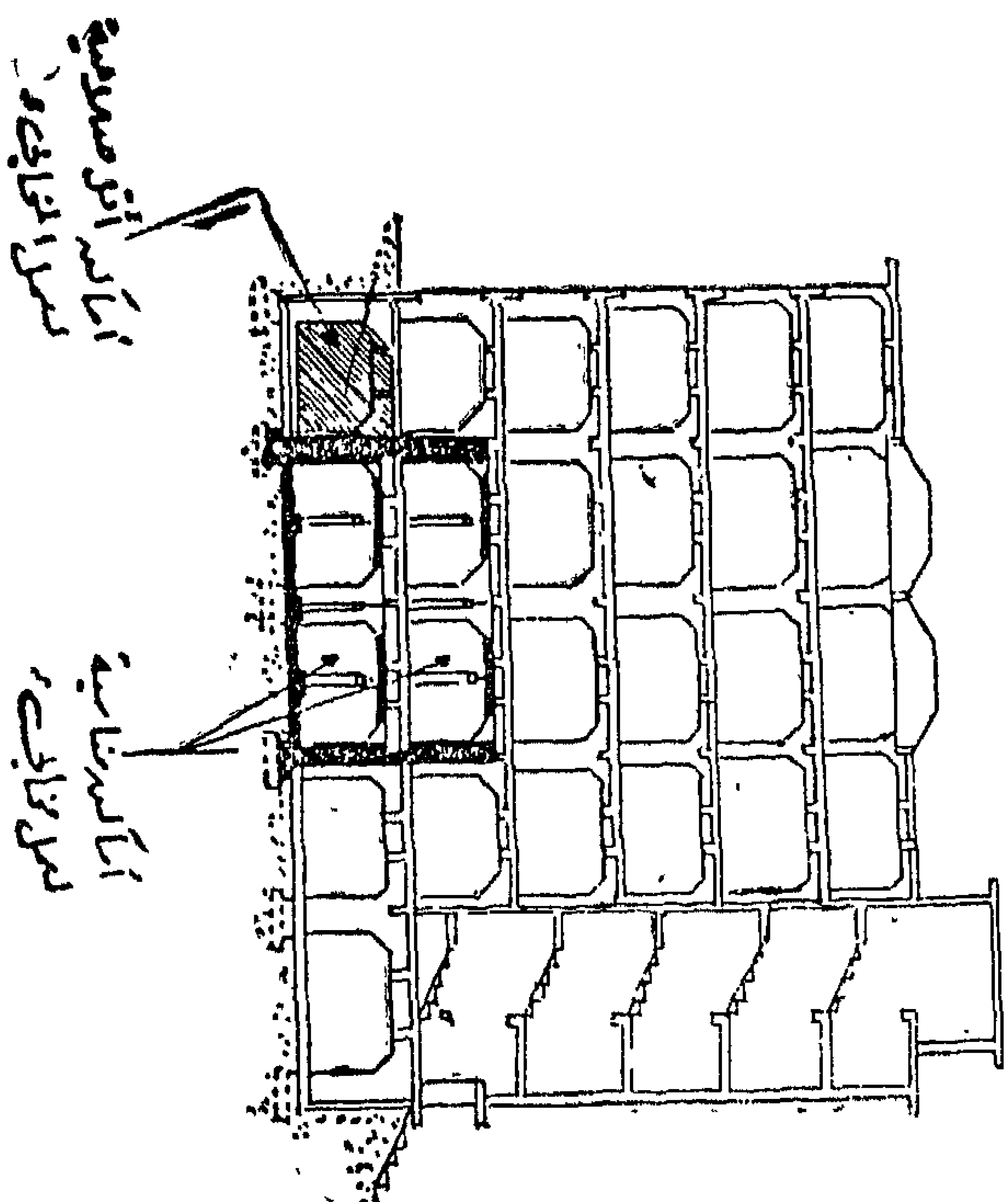
ومن المهم أن نوضح أنه من الممكن إعداد مخبأ فى المنشآت — سواء أكانت منازل أو مصانع تقى من آثار هذه الانفجارات ومن آثار الركام المتساقط وقد لا تصيب القنبلة نفس المنشآت ، ولكن تصيب منشأ مجاوراً أو تنفجر فى الفضاء المجاور وهنا تحدث الإصابة من الانهيارات التى تحدث المبنى .

والمبانى أنواع : أغلبها ما كان منشأ من أعمدة خرسانية بينها حوائط من الطوب ، والقديم منها ما كان منشأ بطريق الحوائط الحاملة وهى عبارة عن حوائط فقط ليس بها خرسانة وهى فى العادة سميكة فى الأدوار السفلى ثم يرق سمكها كلما ارتفعنا .

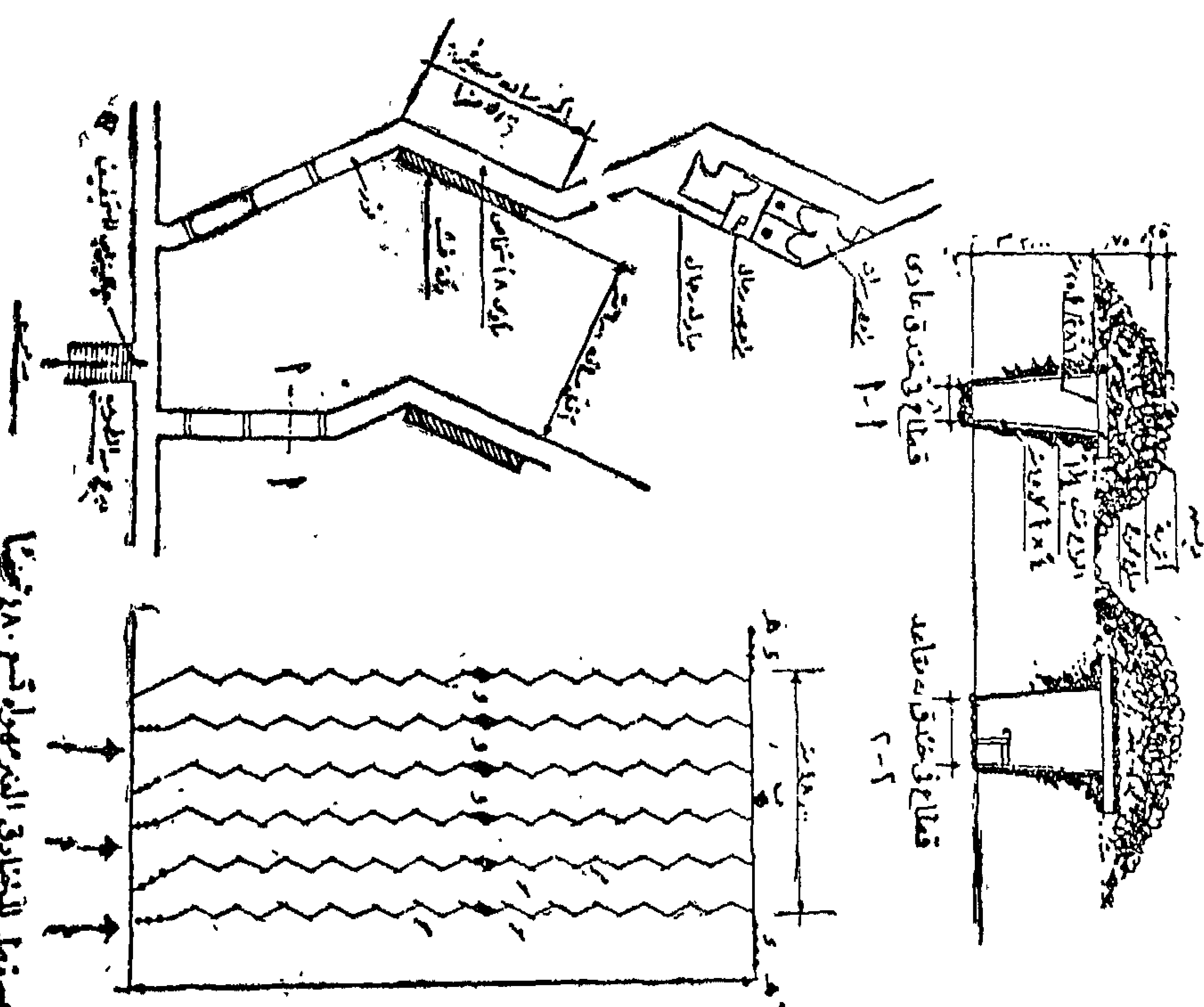
واختيار المكان الذى يعد مخبأ فى المنزل أو المصنع يحتاج لفهم بعض الحقائق عن تأثير الضغط والشظايا والانهيار كما فى (شكل ٥٠ — ٥١) .



أنسب أماكن لعمل واختيار المخابئ في مبنى صناعى حوائطه من الحوائط الحاملة



شكل رقم (٥٠) أنسب أماكن الاختباء في منزل من هيكل خرسانى جيد الإنشاء



شكل رقم (٤٩) كيف استغلت أسبانيا الخنادق المغطاة كمخابئ في حرب التحرير

ويجب عمل المخبأ فى نطاق ١٠٠ ياردة من الذين سيشغلونه وقت حدوث الغارة حتى يسهل الوصول إليه .

ومن المفضل انتخاب عدد كبير من مخابىء صغيرة الحجم عن انتخاب عدد صغير من مخابىء كبيرة الحجم .

وتتم هذه المخابىء بوسائل متعددة .

— بزيادة أسماك الحوائط والأرضيات مع تقوية الأسقف للأماكن المنتخبة والتى سنعرف وسيلة اختيارها من العرض التالى على أن تزاد الأسماك إلى الأسماك الموضحة فى جدول الأسماك الواقى من الشظايا والضغط . وتقوية الأسقف توضحها الأشكال من شكل (١٠١) حتى (١٠٨)

— أو ببناء مخابىء جديدة داخل المنشأ سواء كانت مخابىء مدفونة أو خنادق مغطاه تحت الأرض لتعمل كمخابىء أسفل أرضية الدور السفلى .

— بناء مخابىء بالأسماك الواقية للأفراد الرئاسيين إذا ما تطلب الموقف ذلك .

والمخابىء تحت الأرض كما سبق القول تحقق وقاية من الشظايا والضغط الناشىء من إنفجار القنبلة لكنها تعانى من الهزة الأرضية إذا ما انفجرت القنبلة بعد اختراقها لأرض مجاورة .

مقارنة بين الأماكن المختارة :

وإذا تحدثنا عن البدرومات نجد أنها قد تشكل مضايقات معينة مثل الغرق بالماء — الحريق — وأحياناً تصبح مصيدة لا يستطيع الأفراد الخروج منها نتيجة تساقط الركام أو تجمع الغازات السامة بها .

أما اختيار الأماكن التى تصلح كمخابىء فى الأدوار الأولى فوق البدروم فهى معرضة للضغط والشظايا من القنابل التى تنفجر خارج المبنى — ولهذا فمن المفضل إنتخاب الغرف البعيدة عن الشوارع — بغرفة أو بباكية على الأقل كما هو موضح فى شكل ٥٠ .

وأسماك الحوائط الجانبية يجب أن تكون بالسمك الموضح فى الجدول ٨ وإذا لم تكن كذلك تزاد لتصبح بهذا السمك وطريقة الزيادة ووسائلها أوضحناه بالرسومات التفصيلية .

ويجب أن يعد للغرفة أو الأماكن المنتخبة كمخابىء سلالم وأبواب تسهل الوصول والخروج إليها ومنها .

— وفى حالة اختيار المكان الذى يعد ليكون مخبأ تحت الأرض يجب أن تكون الأسقف الخرسانية بسمك لا يقل عن ٦ بوصات ومسلحة فى الاتجاهين .

— كذلك إذا كان من الضرورى اختيار المكان فى الناحية المجاورة للشارع — فيجب أن تكون الحوائط الملاصقة للتراب بسمك لا يقل عن ١٨ بوصة من الخرسانة المسلحة فى اتجاهين أو من الطوب بما يعادل السمك المقابل (من الجدول ٨ نجد أن كل ٢٠ بوصة خرسانة مسلحة

أماكن وقاية مفضلة
أماكن وقاية مقبولة
أماكن وقاية غير ملائمة

شكل رقم (٥١) تحليل اختيار أماكن الوقاية فى مصنع

يعادلها ٢٨٫٥ بوصة طوب وبالتالى يمكن إيجاد الأسماك البديلة بالنسبة) .

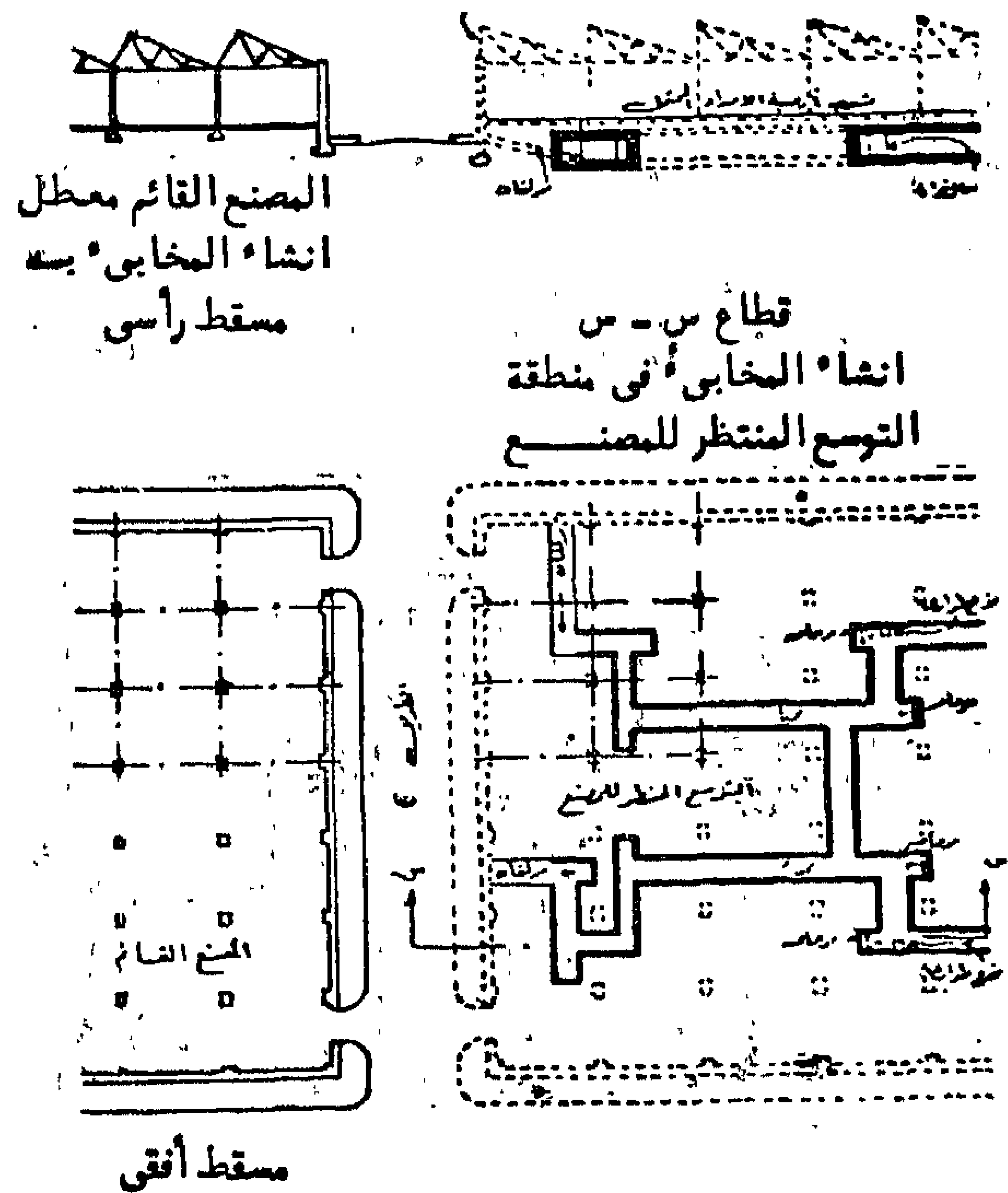
عدد الأفراد :

لا يجب أن يتسع المخبأ لأكثر من ٥٠ شخصاً وإذا كانت مساحة المخبأ كبيرة فتعمل فواصل بقواطيع سمكها يقى من الشظايا والضغط كما فى الجدول رقم (١) .

فى المنشآت الصناعية :

وفى المنشئات الصناعية أيضاً تنتخب الأماكن على ضوء المبادىء عالية وكثال على الاختبار .

ويوضح شكل ٥١ مختلف الأماكن وأيهما أصلح وأيهما أقل صلاحية وأيهما لا يفضل انتخابه كما يوضح شكل ٥٢ عمل خنادق مغطاة تستعمل كمخابىء فى أرض مجاورة لمصنع لتعذر الإنشاء داخل المصنع بما لا يتعارض مع التوسع المنتظر له .



شكل (٥٢) إنشاء خنادق مغطاة لمخابىء
فى أرض للتوسع المنتظر للمصنع

التخطيط المعمارى للمخبأ :

قلنا من قبل أن المخبأ يجب أن يتسع ويسمح بالدخول إليه والخروج منه بسهولة .

ويلزمنا فى تحديد تخطيط المخبأ معمارياً أن نقرر ما إذا كان هذا المخبأ سيقى من خطر استخدام أسلحة الضرب فقط أو أن هناك الأسلحة الكيمائية أى الغازات وما شابه ، والبكترولوجية ولم نتحدث ـــ هنا عن الوقاية الكيمائية والبكتريولوجية . ففى هذه الحالة يلزم للمخبأ غرفة للتطهير وأخرى لتغيير ولبس الملابس بدلا من الملوثة . وبعض مراكز الإسعاف أحياناً تعمل على هيئة مخابىء والأفضل فى الواقع أن يكون المخبأ معداً بغرض إسعاف وغرف تطهير وخلافه .

عموماً يتوقف هذا على إمكانيات السلطات وتوجيهاتها فعلى ضوء هذا يتوقف التخطيط المعمارى .

والتهوية داخل المخبأ قد تكون طبيعية بهوايات عادية إذا لم يخش من استخدام الغازات والكيمائيات والبكتريولوجيات أو قد تكون تهويته صناعية بآلات تهوية خاصة عند استخدام الكيمائيات .

ويوضح الشكل ٥٤ تخطيطاً لمخبأ به كل التسهيلات التى تجابه كل الاحتمالات . ومن الممكن كما قلنا اختصار هذا كله أو بعضه على حسب احتمالات الهجوم .

ويلاحظ أن التخطيط راعى ما يلى :

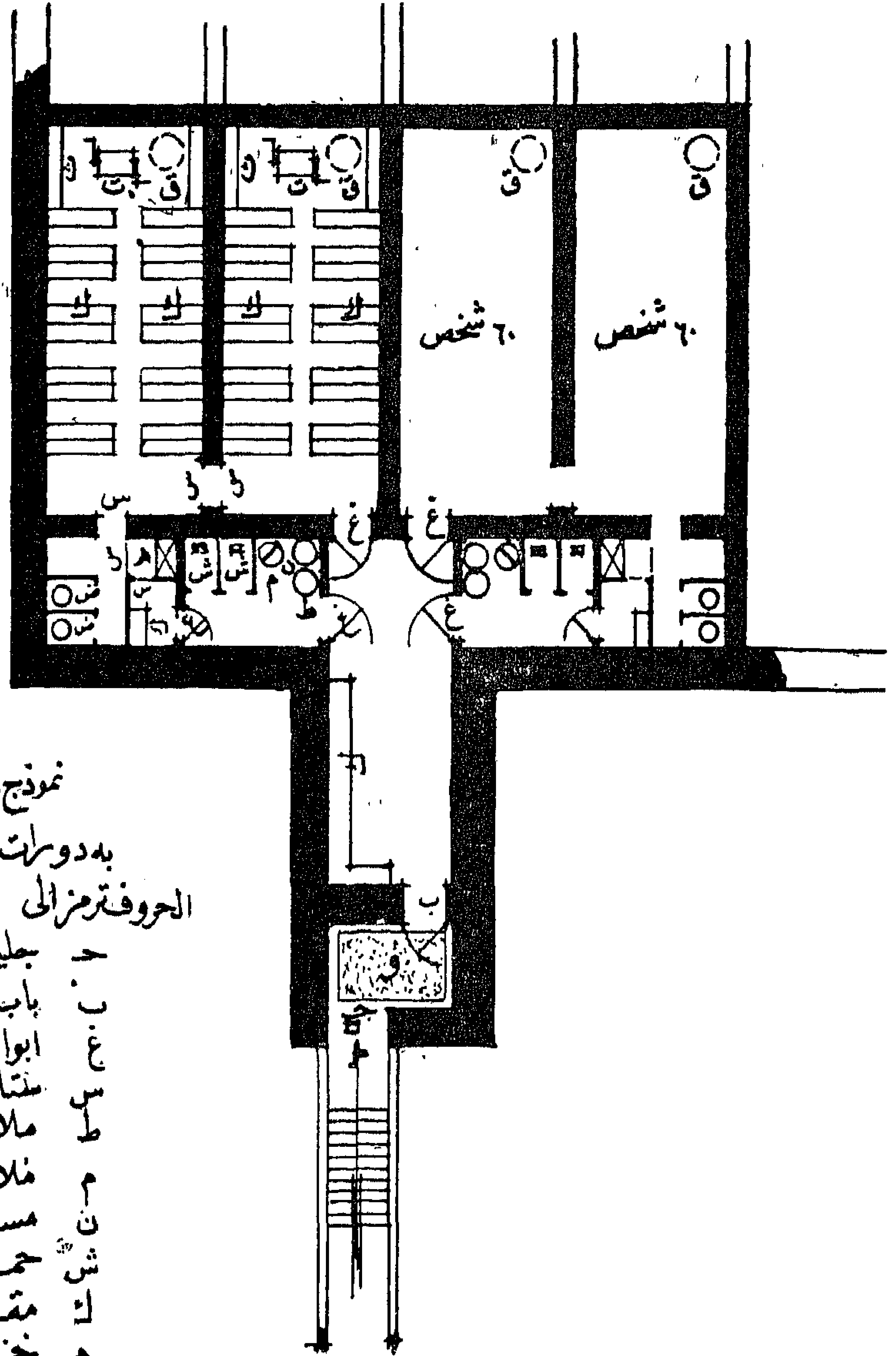
١ ـــ المداخل والمخارج زودت بغرفة هواء .

والأبواب الخارجية يعمل لها حوائط واقية من الشظايا والضغط .

٢ ـــ فى عملية التهوية يراعى أن يتم بسرعة أى يخرج الهواء سريعاً حتى لا يتركز ملوثاً فى غرف خلع الملابس التى تصاب بتلوث .

٣ ـــ لابد من تواجد مصدر قوة كهربائى آخر (ماكينات كهرباء) لإدارة أجهزة التهوية أن استخدمت حتى تحل محل تيار المدينة إذا ما انقطع .

يمكن توسيعه فى هذا الاتجاه



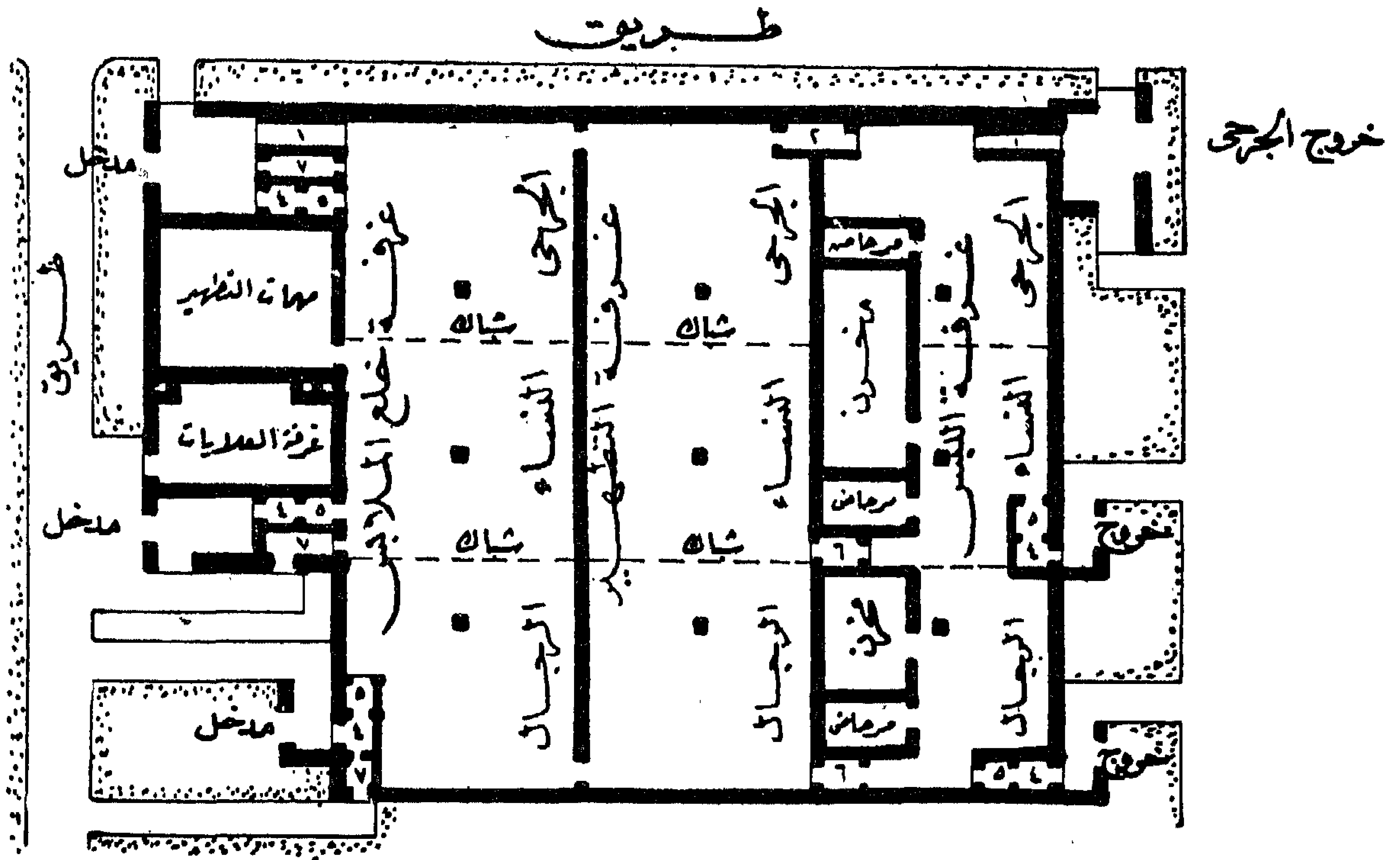
نموذج لمخابىء ٢٤٠ شخصا حريم ورجال
به دورات مياه ونقطة اسعاف وتطهير

الحروف ترمز الى

ح بجلي تراب
ب باب يقى من القنابل الثقيلة
غ ابواب واقية من الغازات
س ستاير " "
ط ملابس ملوثة
م ملابس نظيفة
ن مسحوق مبيض
ش حمام
ك مقاعد
هـ خزان مياه
ض مرحاض
ق مخارج اضطرارية
ت آلات تهوية
و حجرة صغيرة بها مسحوق مبيض
ث بطاريات جافة أو يدوية

مقياس الرسم ١ : ٢٠٠

شكل رقم (٥٣)



شكل رقم (٥٤) تخطيط معمارى لمخبأ كامل به كل التسهيلات اللازمة بما فيها الوقاية من الغارات والتلوث

١ — للخروج ٢ — إعداد للخروج ٣ — غرفة الهواء الخارجية

٤ — غرفة الهواء الداخلية ٥ — غرفة التهوية ٦ — غرفة الملابس الملوثة

٤ — يجهز خزان مياه للاستخدام منفصلا عن مصدر مياه المدينة يستخدم إذا ما انقطعت مياه المدينة نتيجة الضرب .

٥ — تجهيز حمامات لغسل التلوث .

هذا بعض مايلفت إليه النظر، ومما لا ندخل فى تفصيلاته حيث يحتاج إلى دراسة أخرى إذا ما أدخلنا أثر الكيمائيات والبكتريولوجيات والذريات فى الموضوع .

ثانياً — المخابىء الواقية من الضرب المباشر :

يتبع فى تصميمها لإيجاد الأسماك اللازمة المعادلات السابق الإشارة إليها .

تهوية المخابىء :

يجب أن تكون المخابىء بالمقاييس الكافية لضمان التنفس الطبيعى وألا تزود بأجهزة التهوية الصناعية .

حجم المخبأ يتوقف على :

١ — عدد الأفراد .

٢ — مكعب الهواء اللازم للفرد فى الساعة .

٣ — المسطح اللازم للفرد الواحد .

١ — عدد الأفراد :

كما سبق القول يكفى ٥٠ شخصاً ، وبعض الدول ترى أنه فى حالة التهوية الصناعية يكون العدد ٥٠ شخص على أن تكون مساحة الغرفة ٣٠ متراً مربعاً فقط إذا كانت الوقاية ضد القنابل . أما إذا كانت المخابىء واقية من الشظايا والتزق (القنابل) والغازات فلا يجب أن يزيد العدد عن ٢٥ شخصاً .

٢ — كمية الهواء اللازمة للشخص :

(ا) فى حالة التهوية الطبيعية . بعض الدول ترى أن تكون الكمية كالآتى :

سويسرا متر مكعب للشخص فى الساعة

ألمانيا ٣/٤ متر مكعب هواء للشخص فى الساعة

أسبانيا ١,١/٤ متر مكعب هواء للشخص فى الساعة .

انجلترا ١٠٠ قدم مسطح كل ١٢ ساعة من حوائط وأسقف الغرفة فى صيف انجلترا

أمريكا سنتعرض لها عند الكلام عن المخابىء الواقية من الحرب الكيماوية البيولوجية الراديولوجية فى الجدول رقم ١٢

(ب) فى حالة التهوية الصناعة المسطح اللازم للفرد هو العامل المتحكم ويجب ألا تقل المساحة اللازم للشخص الواحد عن ٦٠٪ من المتر ونكتفى بنصفها فى الحالات الضرورية.

(ج) وللحالة النفسية يجب ألا يقل ارتفاع المخبأ عن ٣,٢٠ متراً — كما توضع أبواب الدخول والخروج فى النهايات حتى لا يتزاحم الأفراد عند الباب كما يكون هناك مخرجان ، وكما يجب أن يكون هناك مرحاضاً لكل ٢٥ شخص والمسافة من المرحاض والآخر لا تزيد عن ٥٠ متراً .

ثالثاً — المخابىء الواقية من الحرب الكيميائية - البيولوجية - الراديولوجية :

١ — والغرض من هذه المحاضرة هو الإلمام بأساسيات الوقاية الجماعية ضد الحرب الكيمائية الوجه بغارات على المنشئات الواقية .

والمشكلة فى المخبأ تنحصر أساساً فى مدى قدرته على عدم نفاذ الهواء الخارجى إليه المحمل بالكيمائيات والبيولوجيات

والوقاية الجماعية تأتى بمنع الغاز من الدخول لأشخاص يتعذر عليهم أن يعملوا وهم يلبسون الكمامات وكذلك بإيجاد تسهيلات — وإعدادات ووسائل لمعالجة المصابين بالغاز .

وتعمل الوقاية الجماعية حيثما يتوقع استخدام الغاز وحيثما يصعب لبس الكمامات وذلك بالآتى :

(ا) الغاز يجب أن يمنع من الدخول لفترة ما وفى نفس الوقت يجب أن تتمكن من إدخال هواء نقى غير ملوث داخل المخبأ .

وهذا يتأتى بعمل حجيرات الهواء فى مدخل المخبأ التى قد تكون حجيرة أو اثنتين صغيرتى الحجم ولها أبواب مانعة لنفاذ الغاز توضع فى كل مداخل المخبأ .

(ب) المخبأ يعمل بحيث لا يسمح بنفاذ الهواء .

(ج) يوضع جهاز لتوليد الهواء .

بعضها يعطى ١٢ ألف قدم مكعب من الهواء فى الساعة تكفى ٢٠ رجل . . ويمكن استخدام عدد منها لزيادة الكفاءة .

والهواء المتسرب من المخبأ يجب أن يحدد بواسطة منظم خاص بحيث يبقى الضغط الاستاتيكى داخل المخبأ طبيعياً .

والضغط الواجب تواجده هو من ١/٤ إلى ١/٢ بوصة من الماء .

— ومن الواضح أن جعل المنشأ مانعاً لنفاذ الهواء أمر ليس بالسهل ويجب العناية بالأجزاء الزجاجية التى قد تتكسر ويتسرب منها الهواء .

٢ — اختيار مكان المخبأ :

غالبية الغازات المستخدمة أثقل من الهواء وعلى هذا لا تستطيع الرياح حملها لمسافات كبيرة . وعلى هذا فهذه الغازات تنحو إلى البقاء فى الأماكن المنخفضة ، وعلى هذا فالأرض العالية أقل تعرضاً للغازات وفى الجانب البعيد عن الرياح السائدة .

ونفس النظرية بالنسبة لحرب الميكروبات .

وخواص الأرض لها تأثير كبير على حركة التيارات المحملة بالكيمائيات أو البيولوجيات التى تحملها الرياح بسرعة قليلة . فوجود خندق ما فى مدخل مخبأ يقود هذه التيارات المحملة إلى المخبأ مهما كان اتجاه الرياح السائدة .

المداخل :

وهى غرفة صغيرة فى مدخل أو مخرج المخبأ تعمل حتى لا تسمح بالهواء الملوث للدخول داخل المخبأ نفسه والوقت اللازم للفرد لبقائه فى غرفة المدخل هذه مرهون بحجم الغرفة وبالهواء الذى يمر بها وكثافة وطبيعة المادة الكيمائية المستخدمة فى الغارة ، وليس من الضرورى فقط أن تتواجد فقط أن تتواجد كمية الهواء فى غرفة المدخل .. بل يلزم أيضاً أن يكون للهواء بها دورة وحركة بطريقة يزال بها الهواء الملوث منها . وهذا يتأتى باستخدام منظمات للهواء وبلوف خاصة تسمح بتجديد الهواء وبالحفاظ على الضغط الواجب تواجده داخل المنشأة ..

ويجب أن يكون حجم هذه الغرفة صغيرة ما أمكن والتجارب أثبتت أن الغرفة ٤ قدم فى ارتفاع ٧ قدم مناسبة ويلزم الغرفة الواحدة ٢٥٠ قدم مكعب فى الدقيقة من الهواء .

ويمكن عمل غرفتين بدلا من واحدة فالغرفة الواحدة عندما يكون المتوقع غارات كيمائية فقط أما الغرفتان فعندما يكون من المتوقع غارات كيمائية وبيولوجية يليها غرفة تطهير فى تسلسل معها ويلزم ٢٠٠ قدم مكعب فى الدقيقة من الهواء ببرنامج زمنى كل خمس دقائق للفتح والقفل .

وفى حالات الغارات الكيمائية فقط يمكن أيضاً استغلال غرفتين دون الحاجة إلى غرفة تطهير ثالثة ببرنامج زمنى كل دقيقة للفتح والقفل ويلزم ١٠٠ قدم مكعب فى الدقيقة من الهواء منها .

وفى مراكز التطهير والإسعاف المنشأة من عدة غرف لمختلف الأغراض على النحو الموضح فى شكل ٥٤ يدخل الأفراد المصابين كيمائياً على نقالة إلى غرفة خاصة وفى حالة استخدام الكيمائيات والبيولوجيات يلزم عمل غرفة أخرى داخلية ٨ × ٥ × ٧ قدم وغرفة تطهير أيضاً .

ويمكن عمل تيار هواء ٢٠٠ قدم مكعب فى الدقيقة للغرفة الأولى غرفة النقالات والداخلة وغرفة التطهير أى للغرف الثلاث ببرنامج زمنى ٥ دقائق للفتح والغلق فى حالة الغارات الكيمائية والبيولوجية .

أو هواء ١٠٠ قدم مكعب فى الدقيقة للغرفة الأولى غرفة النقالات ببرنامج زمنى ١ دقيقة للفتح والقفل فى حالة الغارات الكيمائية فقط . ومنظمات الهواء يجب أن توضع بحيث تطرد الهواء الملوث دون ترك جيوب له محملة بالكيمائيات والبيولوجيات .

والأجهزة التى تسمح بدخول الهواء توضع على فتحة تسمح بدخول الهواء وتوجه اتجاهه وتوزعه على جميع أجزاء الغرفة .

ويوجد (بلف) يتحكم فى فتحة الهواء بحيث يحصل الهواء الداخل ذو ضغط معين . وعلى هذا يلزم وضع مانومتر فى الغرف لقياس الضغط .

الأبواب :

الفتحات يجب حمايتها من الشظايا ويتأتى ذلك بعمل الأبواب فى ممر مقابل أو بعمل قواطيع لتمنع الأبواب من أن تكون فى خط الشظايا للانفجارات القريبة .

وكل المداخل يجب أن يعمل لها أبواب مانعة لنفاذ الهواء ومحكمة للوقاية من تسرب الكيمائيات والبيولوجيات وهذا يعنى أن يكون على الحراف مادة مثل المطاط تحكم منع النفاذ .

والأبواب الخارجية يجب أن تكون مضادة لقوى التمزق وعلى هذا يجب أن تفتح للخارج . والأبواب التى تصل بين الخارج وغرفة الهواء يجب أن تفتح فتحة محدودة مقيدة لا تزيد عن ٦٠° .

والأبواب الداخلة يمكن أن تكون من الأنواع التجارية المتينة .

والأبواب الخارجية الأخرى خلاف بابى غرفة الهواء — يجب أن تكون أيضاً مضادة لقوى التمزق ويجب أن

تقفل من الداخل ، حتى لا تفتح عفواً وهذه الأبواب من الحديد ويمكن عملها من الخشب إلا أن عيب الخشب أن خضوعه للعوامل الجوية .. وما يلى ذلك من تمدد وتقلص بسبب فراغات فى القفل يتسبب عنها التسرب .

والمادة المطاطية التى تكون على حافة الأبواب وحافة الحلوق يجب أن تغلف بقطع من الخيش أو ماشابه حتى لاتتآكل أو تتلف من العوامل الجوية .

ويوضع فى الباب الخاص بغرفة الهواء فتحة ٨ بوصة × ٤ بوصة ارتفاع شفافة ومن مادة تقاوم قوة التمزق حتى يمكن رؤية العدد بالغرفة .

مطالب الهواء :

كمية الهواء النقى التى يجب أن يزود بها المخبأ إما تكون كافية لحجم الغرف أو لطرد الهواء القديم بها مع زيادة كمية لما يتسرب ولما قد يستهلك فى المطبخ والمرحاض أو تكفى للاحتياجات اللازمة للأفراد أيهما أكبر .

وظاهرة حركة الهواء داخلياً تعتمد على فكرة أن الهواء البارد يطرد الهواء الساخن ويدخل فى هذا الرياح وضغطها .

ويجب أن يكون معلوماً أن رياحاً بسرعة ٢٥ ميل فى الساعة تعطى قوة تساوى ٠٫٣ بوصة ماء فإذا ما تواجدت مثل هذه الرياح فى وقت غارة بالغازات وكان الجهاز الذى يعطى الهواء يعطى ضغطاً أقل من ٠٫٣ بوصة ماء فإن الرياح سوف تتسرب من أى شروخ متواجدة بالمنشأ فى اتجاه هبوبها ولهذا يلزم أن يكون الضغط ٠٫٣ بوصة ضغط استاتيكى للماء .

وفى حالة مايوجد غرفتين للهواء تليهما غرفة تطهير يجب أن يكون الضغط بين غرفة التطهير وغرفة المخبأ الرئيسية متدرجاً من ٠٫١ بوصة ماء وكذلك هبوط فى الضغط للغرف المتتالية بمقداره ٠٫١ حتى الخارجة .

ولكل منشأ يعمل مدخلان أو أكثر للهواء وإذا أمكن تتباعد عن بعضها ١٠٠ قدم وترتفع ٢٥ قدم عن سطح الأرض حتى إذا ماحدث انفجار كان احتمال إصابة كليهما معاً ضعيفاً والارتفاع العالى يفيد فى أخذ الهواء من أعلى وبالتالى يكون أكثر نقاء .

وأسفل هذه المآخذ التى تعمل من مواسير قطر ٤ بوصة توضع أجهزة الترشيح .

والتهوية الميكانيكية بالأجهزة الخاصة بها لها مزايا أكثر من التهوية العادية .

حساب كمية الهواء :

إن عدد الأفراد اللازمين لشغل مخبأ واق من الغازات السامة يحدد ليس فقط بكمية الاكسوجين اللازمة للفرد .. ولكن أيضاً بكمية الحرارة والعرق وثانى أكسيد الكربون التى تخرج منه .

كذلك هناك عوامل أخرى تتحكم كالأحوال المناخية المنطقة ودرجة الحرارة والرطوبة بها .

ويوضح الجدول رقم (١٢) أقل احتياجات للتهوية لأفراد يجلسون بلا إجهاد وعمل فى انتظار انتهاء الغارة فقط .

أما الأفراد الذين يتواجدون ويعملون بالداخل كأعمال المواصلات السلكية أو اللاسلكية وما شابه .. فيلزم لكل منهم ١٠٠ قدم مكعب من الهواء للفرد .

ويزاد هذا الرقم فى الأجواء الحارة .

ويجب أن يتواجد مصدر كهرباء آخر بالداخل لإدارة أجهزة التهوية وماكينات الديزل وماشابه توضع فى مكان بعيد لتقليل استهلاك الاكسوجين وزيادة ثانى أكسيد الكربون .

ويجب عمل خزانات مياه احتياطية .

وطريقة تحديد عدد الأفراد موضحة بأمثلة فيما بعد .

العوامل التى تؤثر فى مقاسات المخبأ (ملخصه) :

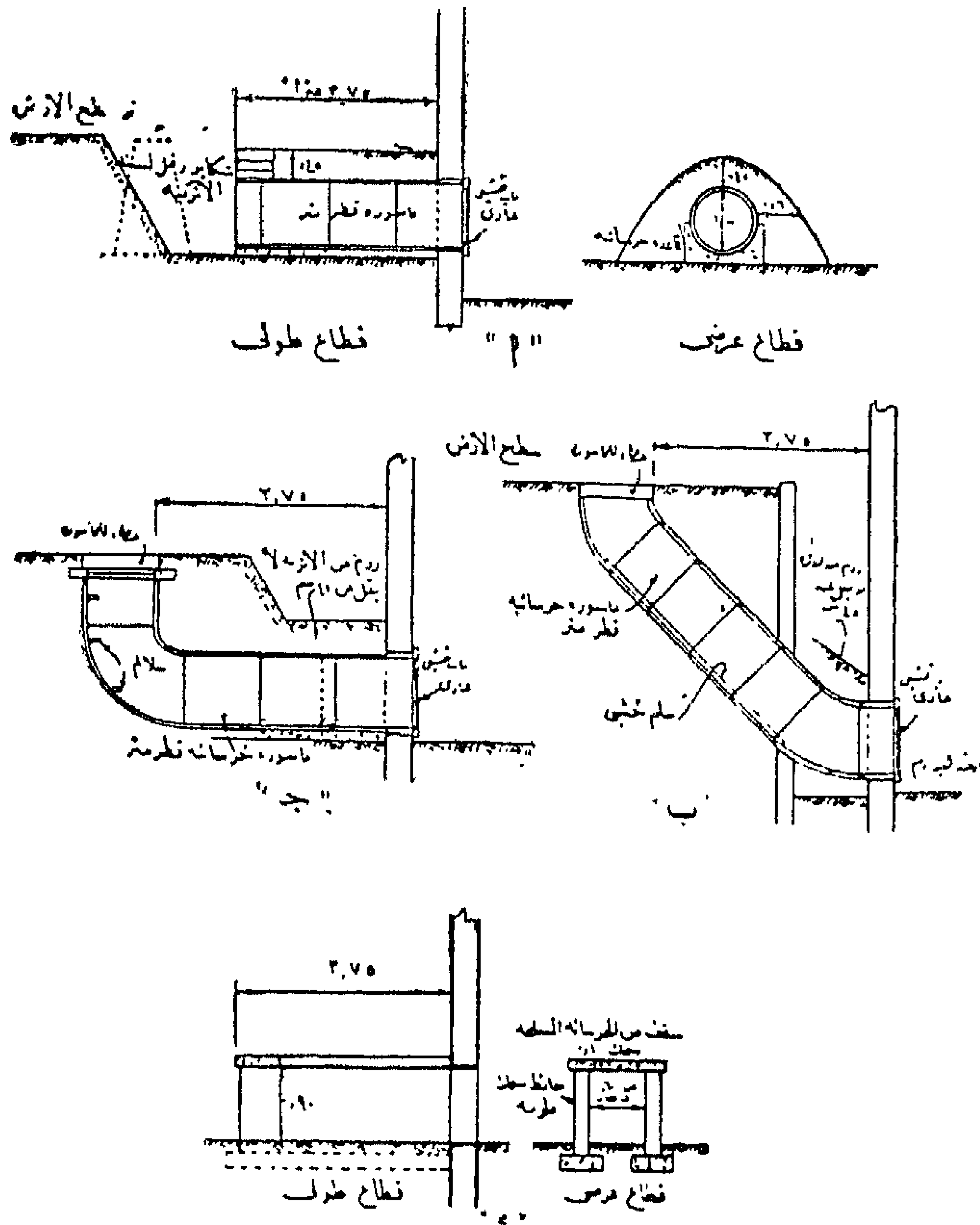
عدد الأفراد — فترة التواجد فى المخبأ — حالة الأفراد عما إذا كانوا منتظرين الغارة أم يقومون بعمل وجهد — نوع التهوية هل طبيعية أم صناعية — الأحوال الجوية فى المنطقة (الحرارة ودرجة الرطوبة) موقع المخبأ فوق أو تحت الأرض — جدول رقم ١٢ يحدد هذا كله .

الخنادق : تكون متعرجة باضطلاع من ١٦ — ٢٠ قدم (ويمكن ٤ متر) انظر شكل ٤٥ ، ٤٦ ح ، ٤٧ والمسافة بين الخنادق ٢٥ قدم أو أكثر . ويعمل سلالم لها كل ٣٠ أو ٦٠ قدم كما يعمل حفرة فى نهاية كل بسطة لتجميع مياه المطر والخنادق الغير مغطاة قد تغطى ويكون عندئذ ارتفاعها ٦ً ١َ بعرض ٦ قدم . فهذه المقاسات تسمح لشخصين بالجلوس متقابلين كل ٨ً ١َ من طول الخندق .

أما الخنادق الغير مغطاة (شكل ٤٥) فيكفى أن يكون عرضه من أعلى حوالى ٧٠ سم بعمق حوالى ١,٥ متر . وهذه المقاسات قد تختلف بعض الشيء والمهم أن القاعدة فيها أن تكون أضيق ما يمكن .

المداخل وفتحات الطوارىء : المدخل مقاسه الأدنى ٢,٥َ للمخابىء حتى ٥٠ شخص ولدخول ١٠٠ فرد من مدخل واحد بمعدل ١٠٠ فرد فى الدقيقة — فإن العرض لايقل عن ٤ً ٣َ ويزاد بمعدل ٦ً ١َ لكل ٥٠ فرد زيادة .

أما المخارج فكالمداخل وتوضع بالنسبة المداخل بحيث لايلقى هناك نهايات مبينة .. أما مخارج الطوارىء فقطرها لا يقل عن ٣ قدم إذا كانت — مستديرة أو (٣ً ٢َ × ٣َ) إذا كانت مستطيلة بارتفاع عتبتهما عن الأرضية من ٦ً إلى ١٢ً — والبعض ينشئها على النحو الوارد فى شكل ٥٢ — وأحياناً تعمل بأشكال مختلفة المهم أن يكون واضحاً أن المخبأ مدخلان يستخدمان كمداخل ومخارج خلاف مخرج الطوارىء .



مخارج الطوارىء للبدرومات

شكل رقم (٥٥)

المزلقانات : أحياناً يعمل بالمدخل مزلقان بميل ١ : ٨ وعرض ٣َ وتفضل السلالم وعرضها لايقل عن ٤َ والسلم ٣ : ٢ .

الكوريدور : أو صالات الدخول عرضها على الأقل ٤َ وارتفاعها ٦,٥َ .

غرف الهواء : تفضل الغرف المزدوجة كل منها ٤ × ٤ ارتفاع ٧َ .

وغرف الهواء اللازمة لدخول النقالات للمصابين ٢,٥ × ٢,٥ فى القطاع وبطول ٨,٥ قدم للسماح للنقالة بالمرور .

غرف الاسعاف : إذا زود المخبأ بها كما فى شكل (٥٤) أوشكل (٥٣) — وذلك فى حالة إضافة هذه الغرفة المخبأ إذا لزم الأمر فان مساحتها تكون ٢١٠ قدم مربع على الأقل وهى تكفى مخبأ به من ٢٥٠ إلى ٥٠٠ شخص .

— وفى المنشئات الكبيرة تكون مساحتها من (١٠٥٠) إلى (١٢٢٥) قدم مربع لكل من ٣٠٠ — ٧٥٠ شخص فى الوردية .

أو (١٦٣٠) إلى (٢٣٠٠) قدم مربع لكل من ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ شخص فى الوردية .. أو ٢٩٠٠ قدم مربع لكل ٢٠٠٠ شخف فى الوردية .

غرف التطهير : ولأغراض التطهير من الغازات يلزم ثلاث غرف للخلع والاستحمام ثم اللبس ومساحة كل منها ١٠٠ قدم مربع .

ويمكن ضم غرف الاسعاف مع التطهير .. ولكن كل منها بالمواصفات السابقة . وبذا يكون مجموع المساحة ٥١٠ قدم مربع لكل جنس على حده (الرجال) .. (السيدات) .

المراحيض : لكل ٢٥ فرد مرحاض كيمائى .

التقدير المبدئى لمساحة المخبأ :

للحصول على تقدير سريع مبدئى لمساحة المخبأ شاملا الكوريدورات والمراحيض والحيطان وغرف الهواء..الخ. ولكن بدون غرف الإسعاف وغرف التطهير فيضرب عدد الشاغلين فى ١٠,٧٥ والنتيجة هى المساحة بالقدم المربع .. وإذا ماأريد إلحاق غرف إسعاف أو تطهير أو كليهما فتضاف المساحات الخاصة بها والواردة عاليه .

مبادىء تسليح المنشآت الواقية :

من المعروف أن الخرسانة تسلح فى المناطق التى تتعرض منها الخرسانة للشد وذلك لضعفها فى مقاومة الشد وبالتالى يلزم استخدام مادة أخرى كالحديد لها المقدرة — على تحمل الإجهاد الناشىء من الشد . ولهذا الحديد بجانب فائدته فى مقاومة الشد فائدة ثانوية أخرى تتلخص فى زيادته لمقاومة الخرسانة فى المناطق المعرضة للضغط وبذلك يزيد فى قدرتها نوعاً على تحمل الضغط . ولهذا فمن الضرورى عند تصميم منشأ خرسانى لا بد من معرفة توزيع جهدى الشد والضغط نتيجة أى حمل يتعرض له السطح الخرسانى بدقة تامة .

والنظريات العلمية المعروفة فى التصميم خاصة بمعرفة تأثر نقل ما على سطح خرسانى ومن ثم فمن الممكن إتمام الحسابات الخاصة بالأسماك والتسليح بدقة تامة حيث أن النظريات قد أتاحت لنا الفرصة لدراسة توزيع جهود الشد والضغط بدقة .

أما تأثير الموجات الضاغطة وما يتبع الإنفجار فإن النظريات المحددة على غرار ما تم فى معرفة الأثقال العادية لم تتحدد بنفس الدقة . وإن كان من غير العسير تصور مايحدث على وجه التقريب نتيجة الموجات الضاغطة والإنفجار فى المنشئات ذات البحر المحدود على النحو الذى توضح فى هذا البحث ، ومن زاوية البحث فى تأثير الموجات الضاغطة والإنفجارات تختلف وجهة النظر فى مختلف الدول فى تسليح الخرسانة التى تتعرض لهذا النوع من التأثيرات .

ويمكن إجمال الطرق المنتجة فى التسليح فى طريقتين :

الطريقة الأولى :

طريقة التسليح فى الأبعاد الثلاثة المتعامدة

الطريقة الثانية :

طريقة التسليح فى بعدين متعامدين

١ — والطريقة الأولى عرفت قبل الطريقة الثانية ، والفكرة منها بنيت على أساس أنه نظراً لأن نظرية توزيع الجهود بالدقة الكافية نتيجة لضغوط الإنفجار والموجات الضاغطة ، ليست معروفة بالدقة والتحديد اللذين عرفا فى توزيع الجهود نتيجة للأثقال العادية فقد رؤى توزيع التسليح فى الإتجاهات الثلاثة المتعامدة بالتساوى وعلى مسافات متساوية .

وبتسليح الخرسانة فى الإتجاهات الثلاثه نضمن قوة تحملها فى جميع الإتجاهات والتسليح بهذه الطريقة يتم بحيث يتواجد لدينا مكعبات متساوية الحجم أى أن الإتجاهات الثلاثة للتسليح تحصر بينها مكعبات خرسانة كلها متساوية الحجم . وواضح من هذه الطريقة أن لها بعض العيوب التى يمكن تلخيصها فيما يلى :

(ا) أولا طريقة غير إقتصادية ، فالمعروف أن كمية الحديد تزاد فى المناطق التى تتعرض للشد وتقل فى المناطق الأخرى ولكن هذه الطريقة توزع الحديد بالتساوى فى جميع المناطق ومن ثم يكون هناك إسراف فى وضع الحديد بنفس الكمية فى منطقتى جهد الشد ، وجهد الضغط وإن كان من الممكن تقليل هذا العيب بتقليل كمية الحديد فى المناطق التى بها جهد الضغط .

(ب) العيب الثانى هو حدوث تشققات فى نهايات الكانات المتعامدة — السقف أو الحائط فقد أوضحت أنه عندما تصطدم — دانة بحائط أو قنبلة بسقف تحدث تشققات صغيرة غير كاملة فى نهايات الدانات على مساحة كبيرة فى نفس الوقت — ولعلاج هذا من الواجب ألا يوضع التسليح العمودى بعمق السمك كله بقصد تقوية تقوية كاملة بل يكفى أن يصل التسليح إلى جزء من السمك أطول قليلا من عمق سمك الاختراق ثم يوضع تسليح آخر لتغطى بقية السمك فى غير المستوى الرأسى للتسليح الأول .

(ج) العيب الثالث هوصعوبة العمل فى وضع الخرسانة وغزغزتها باستخدام الهزازات أو غيرها فى هذا السمك الذى تتحكم فيه شبكة ضخمة من التسليح تعوق الصب والغزغزة .

٢ — الطريقة الثانية وهى التسليح فى بعدين حيث يكون التسليح عبارة عن شبكتين متوازيتين فى الوجهين الخارجى والداخلى المسقف أو الحائط الطريقة الفرنسية) وكل شبكة تتكون من أسياخ متعامدة على النحو السابق ذكره . وهذه الطريقة تتلافى التسليح العمودى فى الاتجاه الثالث ومن ثم يتلافى عيوب الطريقة الأولى فى التسليح خاصة فى مرحلة التنفيذ حيث يسهل الصب والغزغزة اللذين تزداد سهولتهما عندما تكون المسافة بين شبكتى التسليح تساوى سمك الخرسانة .

وتزداد صعوبتها نوعاً ما إذا كانت المسافة بين شبكتى التسليح أقل من سمك الخرسانة قلة ملحوظة . كما أن اختفاء التسليح العمودى يمنع التشقق الذى يحدث عند نهايتها كما فى الحالة الأولى عقب تصـــادم القنبلة أو الدانة بالسطح .

وتكون الشباك فى منطقة الشد أكثف منها فى منطقة الضغط وذلك بتقليل المسافة بين الأسياخ فتصبح مساحة العيون مثلا ١٥ سم × ١٥ سم بينما تتسع فى منطقة الضغط وتصبح مساحة العين ٢٠ سم × ٢٠ سم .

ولا تخلو هذه الطريقة من عيوب وأبرز عيوبها هو عدم وجود التسليح العمودى الذى يصل بين الشبكتين ويمكن التغلب على هذا النقص بعمل كانات لاتغطى السمك كله بل تصل الكانات العلوية منها إلى عمق يساوى أو أكبر من عمق الاختراق والكانات السفلية منها تكمل بقية السمك فى غير المستوى الرأسى للكانات الأولى .

طريقة الاتحاد السوفيتى فى التسليح :

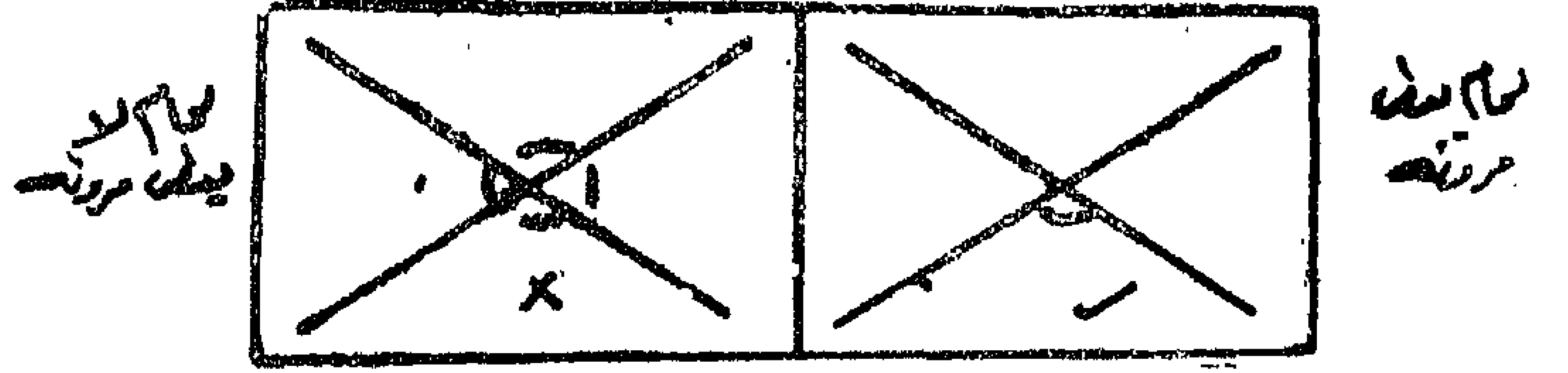
والطريقة التى يتبعها الاتحاد السوفيتى فى التسليح هى الجمع بين الطريقتين — طريقة التسليح فى الأبعاد الثلاثة ، وطريقة التسليح فى البعدين .

ويبدى السوفيت أهمية خاصة للظواهر الآتية :

منذ عهد كان الوضوع المتبع فى لحام الأسياخ المتعامدة فى الشبكة الواحدة — كهربائياً من جميع الزوايا التى يتلافى منها السيخان وذلك فى الأعمال المدنية ، ولكن هذه الطريقة تجعل إتصال السيخين المتعامدين قوياً ، وبالتالى فعند حدوث أى تصادم القنبلة أو دانة بالسطح ونتيجة لوجود مادة يمكن تحطيمها حولها هى الخرسانة يحدث أن يتحطم السيخان

فى منطقة اللحام هذه بالإضافة إلى حدوث حفر نتيجة التشقق على مساحة كبيرة .

ولهذا يكتفى عند لحام سيخين من الحديد بلحامهما فى جهة واحدة لحاما بسيطاً يضمن المرونة .



والحديد المستخدم فى التسليح من المفضل أن يكون من النوع العادى وليس حديداً خاصاً فالنوع العادى هو من الحديد اللين نوعاً ، وبذلك يمكنه أن يقاوم تأثير الإنفجار والصدمة بمرونة بينما لو كان الحديد غير مرن فإن تأثير الصدمة والانفجار قد يسببان كسر الأسياخ .

وكما هو معروف نجد أن التأثير الذى يحدث فى المواد المرنة ينتقل فيها بسرعة الصوت ويختلف التأثير فى مادة عن أخرى . وعلى ضوء هذه الحقيقة نجد أن هذا التأثير الذى يحدث للسيخ يترك فى الخرسانة نفسها خاصة عند منطقة التلاصق بين السيخ والخرسانة حيث تولد جهود عند سطح التماس قد تسبب انفصال السيخ من الخرسانة .

ومن هنا كان الواجب عند تسليح الخرسانة على ضوء هذا الخطر أن نزيد التماسك بين الخرسانة والحديد وهذا يعنى أنه عند حساب مساحة الحديد اللازمة يجب أن تختار عدداً كبيراً من الأقطار الصغيرة للأسياخ بدلا من اختيار عددقليل من الأسياخ ذات الأقطار الكبيرة فالأولى بلاشك تعطى سطحاً للتماسك أكثر من الثانية ومن هنا تراعى هذه القاعدة عند اختيار أقطار الأسياخ اللازمة للخرسانة .

ونفس هذه المبادىء تتبعها المدرسة الغربية فى تسليح هذا النوع من الخرسانة . ومن المفضل عدم استخدام أسياخ أقطارها أكثر من ٢٥ مم (آ) على أقصى تقدير . ومن التجارب التى تمت بهذا الخصوص نجد أن أحسن الأقطار المناسبة هى من ١٠ — ١٦ مم .

ويجب أن يكون واضحا أن هناك جهود شد إضافية تتولد فى البلاطات الخرسانية السميكة التى تتطلبها الدفاعات المختلفة نتيجة للتشقق ورد فعل الخرسانة .

ولمنع التشققات التى تحدث فى الخرسانة نتيجة لهذا يستحسن وضع شباك معدنية من السلك الذى قطره ما بين ١٠ و ١٢ مم ويغطى البلاطة الخرسانية بأجمعها فى وسطها المعرض للشمس . ولمنع تطاير الخرسانة يعمل تسليح خاص للخرسانة أما كتل حديد قطاعها على شكل (I) أو من أسياخ مستديرة القطاع ذات أقطار صغيرة .

تسليح الأساسات :

بناء على هذه الأسس يمكن أن نرى فى شكل (٥٧) كيف أمكن فى أساس على شكل فرشة سمك من ٥٠ — ٦٠ سم تسليحه بثلاث طبقات من الشباك المعدنية اثنان منها بالقرب من الوجه الداخلى للأساسات لمنع التطاير وبازدياد الأسماك يتزايد عدد الشباك .

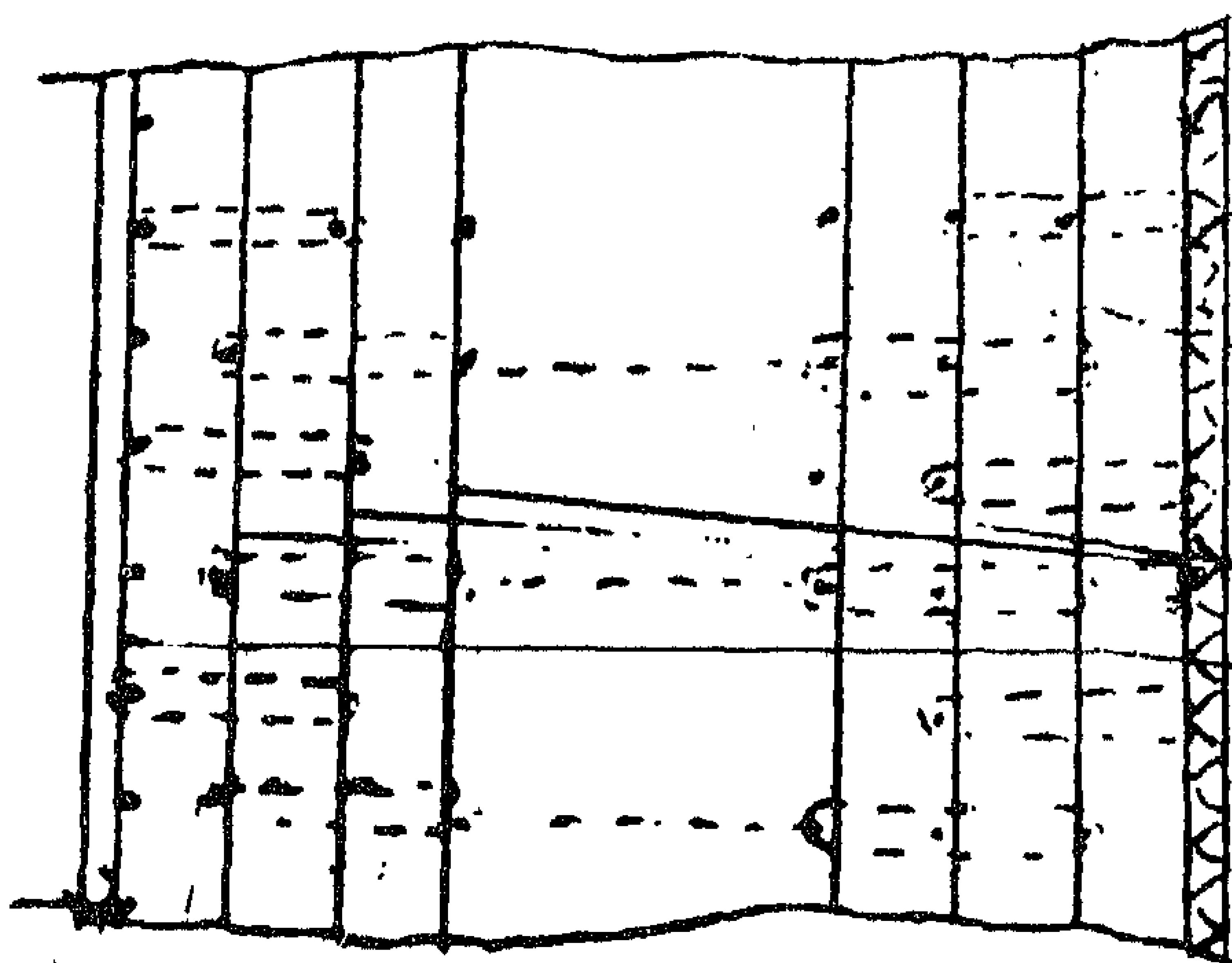
وقاية الأساس من المياه تحت الأرض :

إذا كان هناك منشأ قد أقيم على ميل من الميول وغطى بالتراب أو بنى من طابقين بحيث لا يدخل فى اعتبارنا عامل اختراق الدانة بجسم المنشأ يمكن أن يكون الأساس عندئذ من ٠,٤ — ٠,٥ متر ويصمم على الأسس الإنشائية العادية طالما أن اختراق الدانة لن يؤثر فيه نتيجة الردم فوق المنشأة أو نتيجة وجود طابق آخر يحول دون وصولها إلى الأساس .

ولوقاية الأساسات المدفونة على عمق بسيط والتى لا تسمح الظروف بردم الحوائط فوقها بالتراب يمكن عمل حائط رأسى (طبقة قاسية) تمتد إلى أسفل مدفونة فى الأرض تمنع وصول المقذوف إلى الأساس (شكل ٣٦ — ٥) .

وعندما تتواجد مياه تحت الأرض بكثرة تعمل طبقة كفرشة من الخرسانة العـــادية أو الخرسانة بالأحجار

طريقة تثبيت الألواح الصلب فى الحوائط المعرضة للضرب



طريقة تثبيت الألواح الصلب فى الحوائط الغير معرضة للضرب

شكل رقم (٥٦)

أو الخرسانة المسلحة أو الطوب مع المونة أو الدبش مع المونة الأسمنتية .

ومقاسات هذه الفرشة (الطبقة القاسية) تحدد بمعرفة تأثير المقذوفات وبالغرض الذى ستؤديه وفى حالة ماتكون الطبقة القاسية (الحائط المدفون لوقاية الأساس) رأسية فيكون سمكها مابين ٤ر٠ — ٥ر٠ متر) .

وكقاعدة نجد أن المنشآت كثيراً ماتصطدم بمشكلة تعرضها للمياه تحت الأرضية خاصة فى الدفاعات المنشئة تحت الأرض تحت منسوب المياه الجوفية كالدفاعات الساحلية .

شكل رقم (٥٧) تسليح الأساس

ولوقايتها من تسرب المياه إليها هناك وسائل للوقاية من المياه تحت الأرض والمياه السطحية تتلخص فيما يلى (سواء بالنسبة لوقاية الأساسات أو الحوائط المدفونة أو المغطاة بالتراب) . والمقاييس اللازمة لملافاة تأثير المياه تتوقف على المنشأ نفسه وحالة التربة — وحالة المياه منها . ولهذا فإن التفكير فى مشكلة المياه يجب أن يبدأ قبل بدأ المنشأ نفسه ومن المفضل (إن أمكن) أن ينشأ الأساس أعلى من أعلى منسوب للمياه الجوفية بما لايقل عن متر (متر هو أخطر مسافة تتسرب إليها المياه الجوفية إلى أعلا بالخاصة الشعرية) .

وفى حالة الدفاعات المؤقته يمكن . أن يكون الأساس أعلى من سطح المياه بمقدار نصف متر .

ويزداد التعقيد كلما كان المنشأ الدفاعى ثابتاً . فإذا كان المنشأ الخرسانى على أرض جافة ذات درجة رطوبة عادية وكان الأساس أعلى من أعلى مستوى للمياه الجوفية بمقدار متر فإن وقاية الأساس تتم بعمل طبقة مانعه لنفاذ المياه تحت الأساس وبدهان الحوائط بمواد مانعة أو باستخدام خرسانة مانعة لنفاذ المياه .

والطبقات المانعة لنفاذ المياه المشار إليها تتكون من مونة اسمنتيه — أسفلت بنسب خاصة — وسمكها ٢ — ٣ سم توضع أثناء تحضير الخرسانة .

أما الحوائط فلمنع نفاذ المياه منها يستخدم البيتومين أو الزفت أو ماشبيه بعد تسخينها ووضعها فوق الحائط فى طبقتين أو ثلاثة ، كما يمكن استخدام البيتومين على البارد بمذيبات خاصة .

أما الإجراءات التى تتبع عندما يكون الأساس على بعد أقل من متر عن أعلى سطح المياه فهى :

— توضع طبقة عازلة خاصة من الخارج .

— تعمل خرسانة خاصة مخلوطة بمواد عازلة .

والطبقة العازلة المشار إليها تتكون من مواد خاصة مثل المشمع المقطرن . وما شابه توضع فى الأساس والحوائط فى طبقة أو أكثر حسب حالة المياه الجوفية . وتحت الأساس توضع المادة العازلة مع تحضير الخرسانة كما توضع فوقها طبقة من الخرسانة العازلة .

ولوقاية الحوائط تبنى حوائط خرسانية خاصة عازلة سمك ٢٥ سم وهـــذه الحوائط تدهن بمواد عازلة أيضاً (شكل ٥٧) .

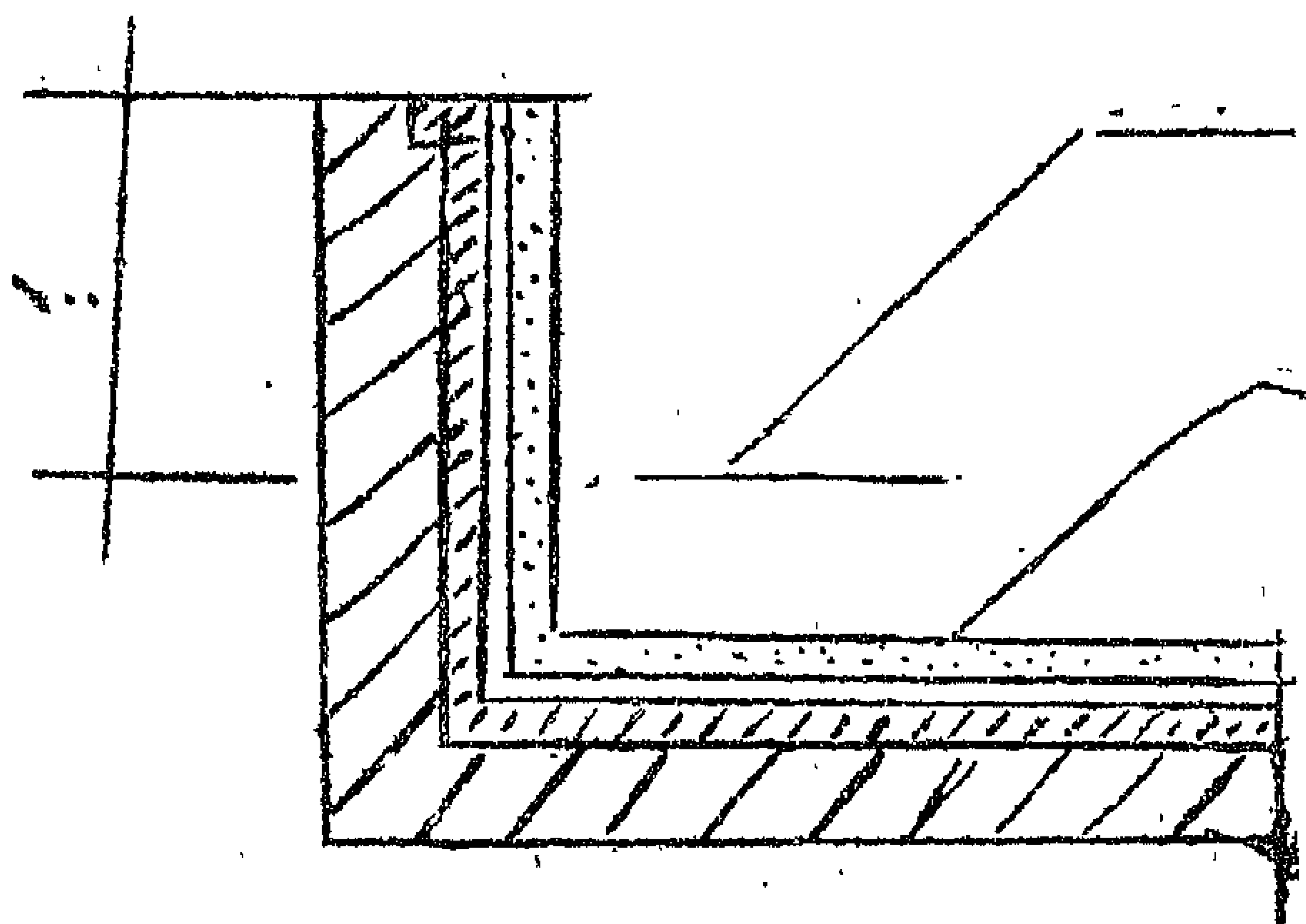
وإذا كانت المياه تحت الأرضية ذات حركة دائمة مخيفة قد تسبب نحراً للخرسانة يستخدم الطوب الأحمر . ومن الوسائل الهامة التى تمنع وصول الرطوبة والمياه للداخل عزل الفتحـات المختلفة فى الأساس . ومن الواجب أن تعمل شبكة تصريف المياه حول المبنى بحيث تصرف فى الأرض المنخفضة وبهذا يمكن تقليل ارتفاع منسوبها .

وتعمل شبكة التصريف هذه فى منسوب أقل من منسوب الأساس بواسطـة مواسير ٢٠ سم قطر من الخرسانة أو ما شابه .

وأعمال التصريف هذه تتطلب نفقات باهظة . وإن تعذر تصريف المياه فى أرض منخفضة فتعمل آبار للتصريف فيها إلى البعد القريب من المنشأ ينزح فيها الماء .

تسليح الحوائط :

يوضح شكل (٥٩) استخدام الطريقة السوفيتية فى تسليح الحوائط الخارجية وذلك بوضع التسليح على هيئة شبكات خلال سمك الحائط الخرسانى . ويهدف تسليح المنطقة الخارجية من الحائط إلى زيادة مقاومة الخرسانة لتأثير الانفجار والصدمة حيثما تحدث كما تهدف إلى ضمان ثبات المنشأ كله متكاملا بالإضافة إلى أن التسليح فى هذه المناطق ضرورياً لمقاومة الشد الذى قد يحدث نتيجة انبعاج الخرسانة ونتيجة لاهتزاز المنشأ .



شكل رقم (٥٨)

كما يهدف تسليح المنطقة الداخلية من الحائط إلى مقاومة تأثيرات الشد أثناء الإنحناء الذى قد يحدث وإلى منع تطاير الخرسانة إلى الداخل فى بعض أجزائها . كذلك فإن الكانات تؤدى نفس الدور. هذا بالإضافة إلى ماهو معروف عن حديد التسليح من مقاومته للشد وجهوده . والحائط الذى سمكه ١,٥ متراً يقوى بثمانية شباك على الجانبين أى عدد ٤ طبقات من الشباك — بالقرب من الوجه الخارجى له وعدد ٤ طبقات من الوجه الداخلى له الشبكة ١٢,٥ × ١٢,٥ سم قطر السيخ ١٢ — ١٦ مم وأول شبكة توضع على بعد ٥ سم من السطح الخارجى أو الداخلى .

وباقى الشباك (بعيون ٢٥ × ٢٥ سم) توضع على ١٥ سم من بعضها البعض .

والمنطقة الوسطى من الحائط تترك بعرض ٦٠ سم بها كانات وشبكات أفقية أثناء صب الخرسانة (راجع شكل ٥٩) .

وجميع الشبكات منفصلة بعضها . وشبكات الوجه الخارجى للحائط تمتد فى السقف والأساس بكامل أسياخها وشبكات الوجه الداخلى للحائط تمتد فى السقف حتى $\frac{1}{3}$ سمكه ، وتمتد فى الأساس حتى سمكه كله كما فى شبكات الوجه الخارجى .

وباختلاف أسماك الحائط يختلف عدد الشباكات التى توضع وبخصوص الحوائط الأمامية المعرضة وما يجاورها من حوائط جانبية سواء معرضة للضرب المباشر أو مدفونة مما يعرضه للموجات الضاغطة الناشئة من الإنفجار للدانات التى تطلق عليها بزاوية صفر أو ٥° .

يجب أن تخطى بألواح صلبة مانعة لتطاير الخرسانة فى سطحها الداخلى وتفيد أيضاً هذه الألواح الصلبة فى تقليل قدرة إختراق الدانات الخارقة للخرسانة .

أما حوائط الأدوار السفلى فيمكن الإستغناء عن وضع

شكل رقم (٥٩)

ألواح الصلب التي تقي من تطاير الشظايا لاحتمال عدم إصابة هذه الأدوار .

وطريقة تثبيت هذه الألواح كالآتي :

تتطلب العملية كمرات (T) نمرة (٢٠) وألواح صلبة سمك من ٥ — ٦ سم .

توضع الكمرات رأسية بمسافات من ٠,٥ — ٠,٧٥ متر بين بعضها (شكل ٥٦) .

تمتد الكمرات في الأساس حتى نهاية سمكه وتمتد في السقف حتى ٢٥ سم من سمك السقف .

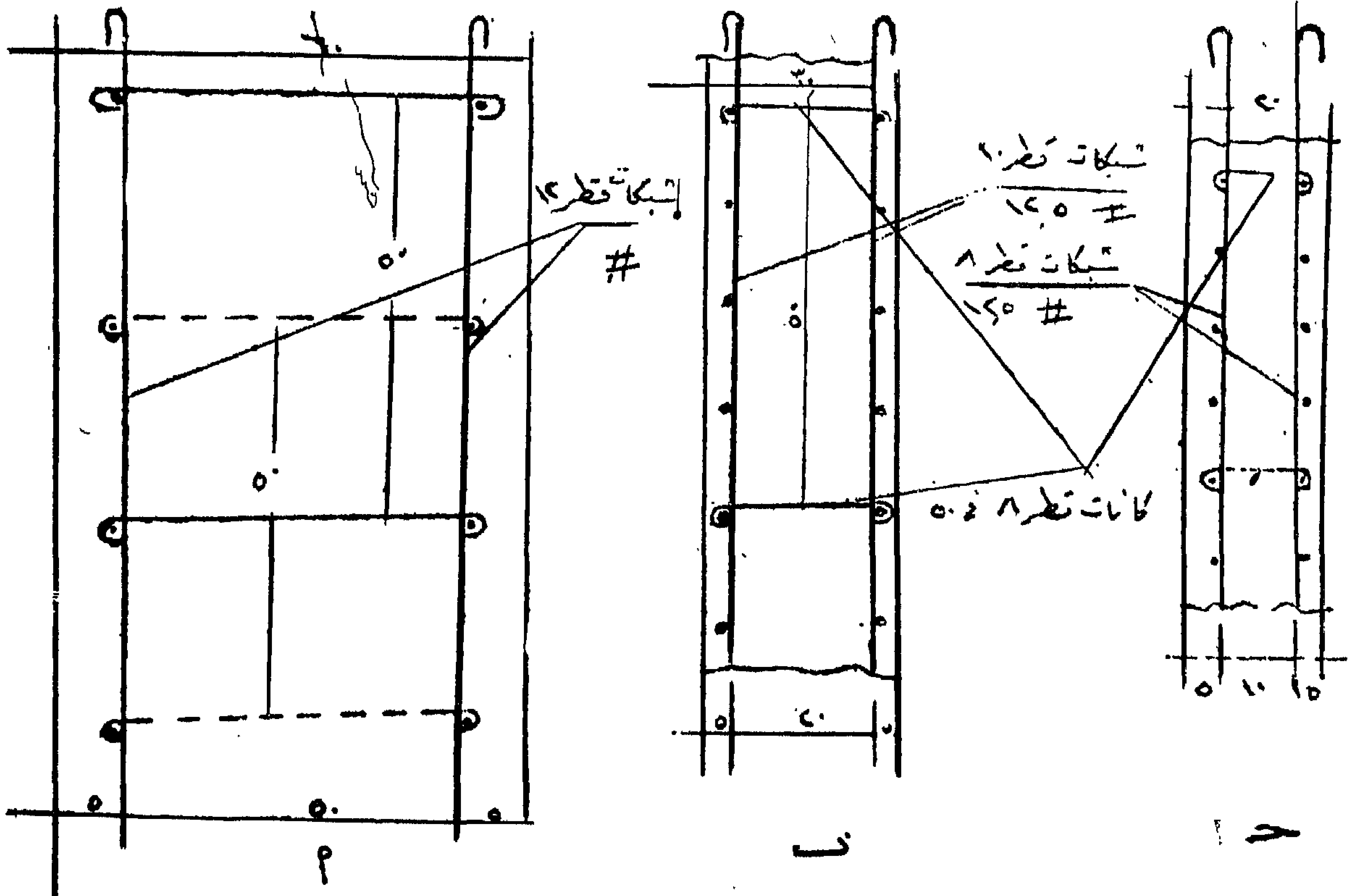
المسافات بين الكمرات تملأ بشبكات تسليح وبألواح الصلب التي تثبت في الخرسانة بواسطة كانات كما في شكل ٥٦ ، والمسافات بينها من ٢٠ — ٣٠ سم وكانات التثبيت هذه عرضها من ٢٠ — ٣٠ سم مصنوعة من أسياخ حديد قطرها من ١٢ — ١٤ مم وهذه الطريقة تتبع في الأدوار العالية في السطح الداخلي للحوائط الأمامية المعرضة للضرب .

أما في الحوائط الأمامية الغير معرضة للضرب كما في الأدوار السفلى أو كما في الحوائط الخلفية أو الجانبية تتبع طريقة أخرى يوضحها شكل ٥٦ .

وتعمل إما من شباك من أسياخ قطر ٦ مم وعيونها ضيقة أو شباك عادية وتوضع على بعد من ١ — ٢ سم من وجه الحائط كما تثبت في آخر شبكة تسليح موجودة بالحوائط .

تسليح الحوائط الداخلية :

كما سبق القول القواطيع الداخلية سمك ٢٠ سم من الممكن أن تكون خشبية في الأماكن غير الهامة في دورات المياه وماشابه ذلك .



شكل رقم (٦٠) طريقة تسليح الحوائط الداخلية أو القواطيع

أما الحوائط الحاملة للسقف فتعمل من الخرسانة وتثبت في السقف والأرضية .

وطريقة تسليح الحوائط الحاملة للسقف الخرسانة أو القواطيع الخرسانية يوضحها بالتفصيل شكل (٦٠) والقواطيع في الميدان عادة تعمل في الملاجىء ومراكز الرئاسة ونقط الإسعاف .

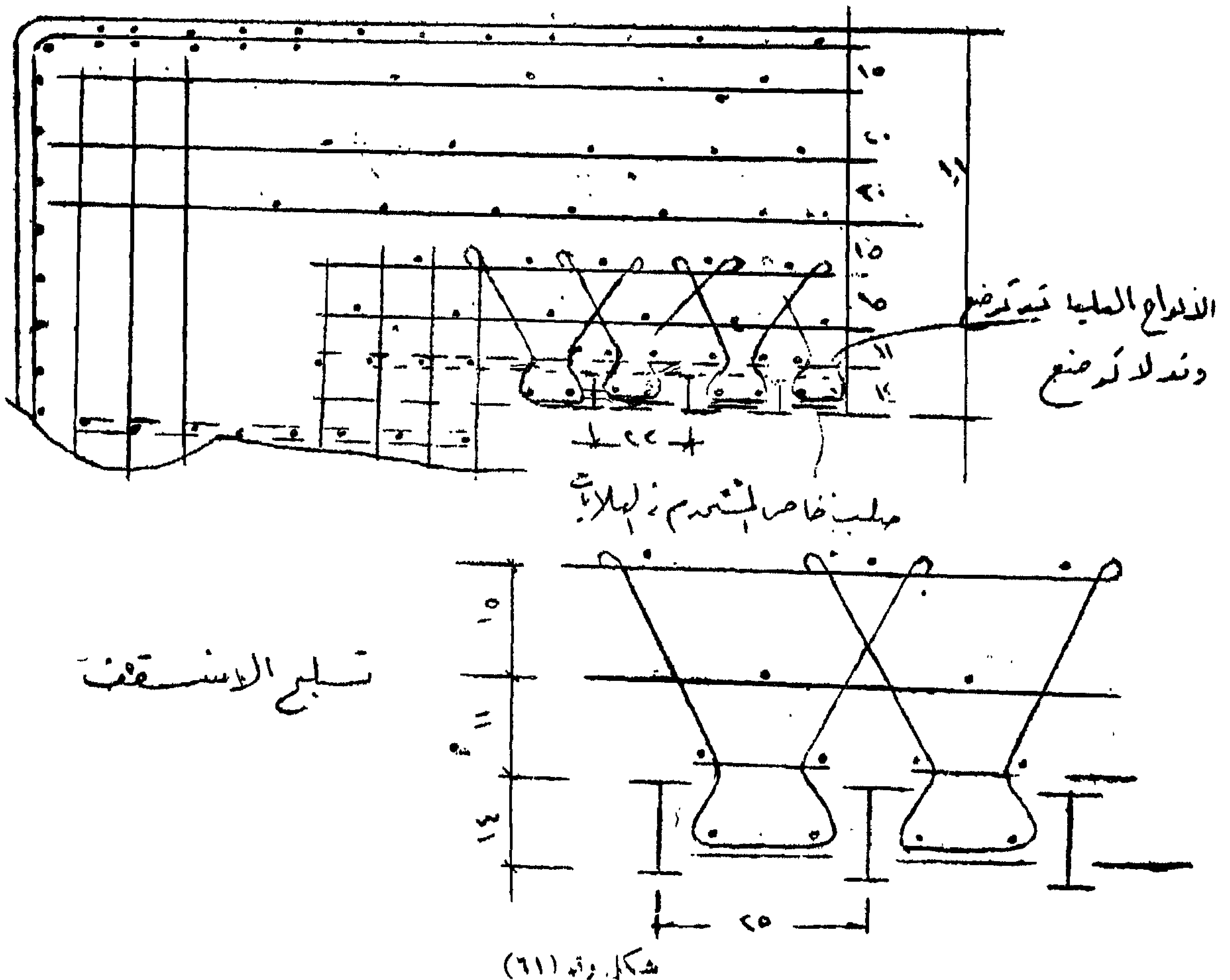
تسليح الأسقف :

سبق الإشارة إليها عند الكلام عن الأسقف ويوضع الشكل (٦١) طريقة التسليح الذى يتم في شباك من حديد التسليح بأسياخ قطرها من ١٠ — ١٩ سم وتتباعد الشباك عن بعضها في الارتفاع مسافة من ١٥ — ٢٠ سم . أما عن التسليح الرأسى فيقوم به الجزء من الأسياخ — الممتد من الحوائط داخل السقف بالإضافة إلى الكانات الرأسية الموضحة بالشكل .

المدرسة الأمريكية في التسليح :

وتتلخص فيما يلى :

الحديد لا يفيد بالنسبة للاختراق — زيادة التسليح في طبقة واحدة يؤدى إلى تشققات نتيجة لتردد وذبذبة أسياخ الحديد عند اصطدام القنبلة أو الدانة بالسطح — يفضل الأسياخ ذات الأقطار الصغيرة المتقاربة المسافات — الكانات رأسيا أو مائلة تقلل من التشققات المائلة كما تمتص القص خاصة عند الأطراف — الشباك بالقرب من السطح الداخلى تقلل من تطاير أجزاء الخرسانة عند اصطدام القنبلة — ألواح الصلب المانعة لتطاير الخرسانة توفر ١٥٪ من



شكل رقم (٦١)

٥ سم

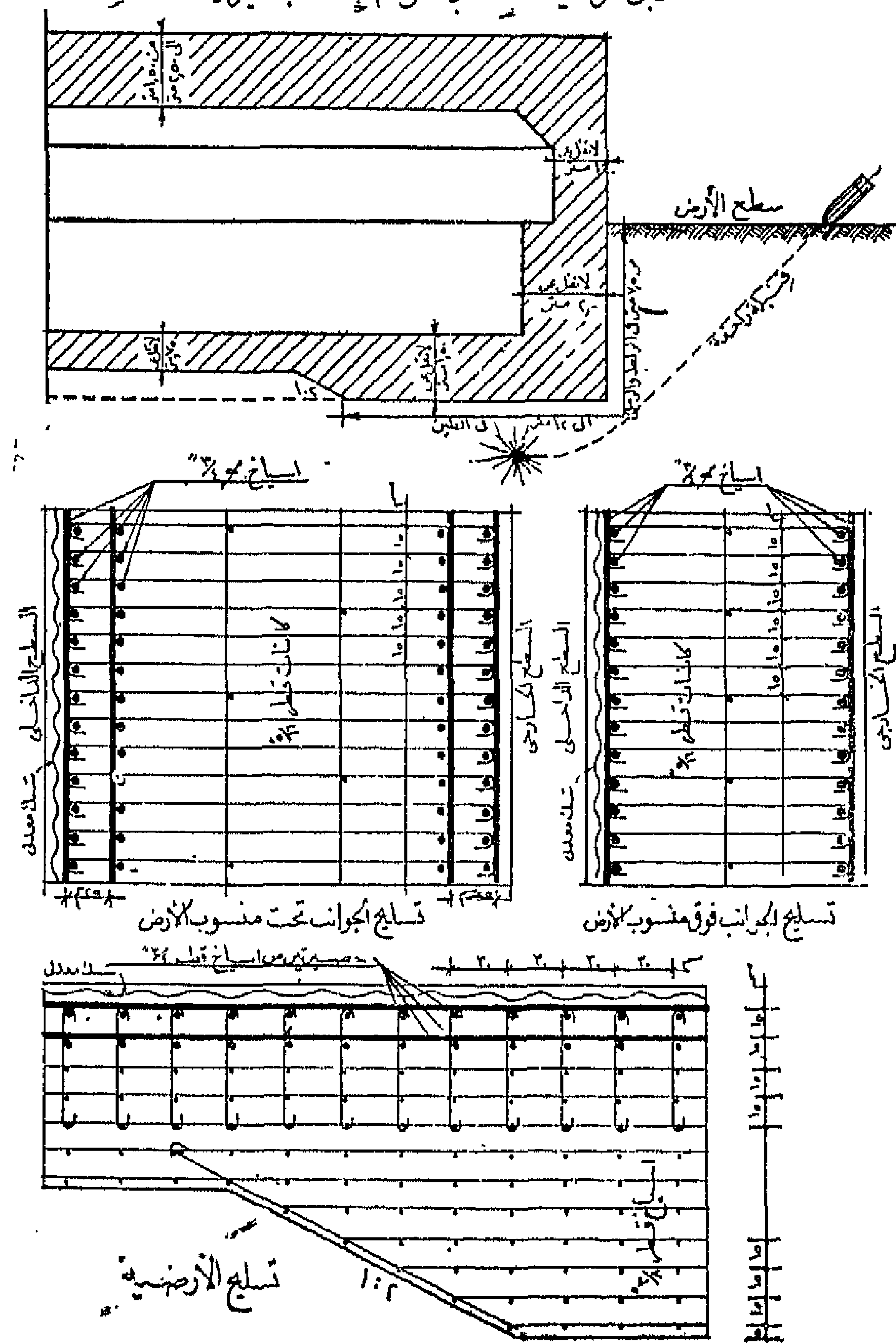
١٥ سم

٢٥ سم

١٥ سم

١٥ سم

١٠ سم



شكل رقم (٦٢)
التسليح على الطريقة الإنجليزية

تسليح الحوائط :

الحوائط فوق مستوى سطح الأرض :

— شبكة من أسياخ قطر ¾ بوصة كل ١٥ سم طولا وعرضاً فى كلا السطحين الخارجى والداخلى .

— الغطاء الخرسانى ٥ سم .

— شبكة إضافية للسطح للحائط لمنع تناثر الخرسانة ولا يقل عرض الشبكة عن ٤ سم ولا يقل وزنها عن ٢ر٢ كجم للمتر المربع .

الحوائط تحت الأرض :

التسليح يشابه السابقة مع إضافة شبكات من أسياخ قطر ¾ بوصة كل ١٥ سم طولا وعرضاً وعلى بعد ٢٥ سم من كلا السطحين الداخلى والخارجى .

— يمتد حديد الحوائط إلى السقف للتماسك .

تسليح القاعدة :

— تسلح بشبكة من الأسياخ قطر ¾ بوصة كل ٣٠ سم طولا وعرضاً . والمسافة الرأسية بين الأسياخ الأفقية ١٥ سم ولا يقل وزن الحديد عن ٢٥ كجم للمتر المكعب . ولا توضع الأسياخ رأسية فوق بعضها بل خلف خلاف .

التسليح العلوى يزن ٤٥ كيلوجرام / متر ٣

تفاصيل التسليح

شكل رقم (٦٣)
تسليح السقف والحوائط فوق الأرض وتحتها . والأساس (أو القاعدة) حسب المواصفات الإنجليزية

— تسليح السقف :

— غطاء الخرسانة ٥ سم .

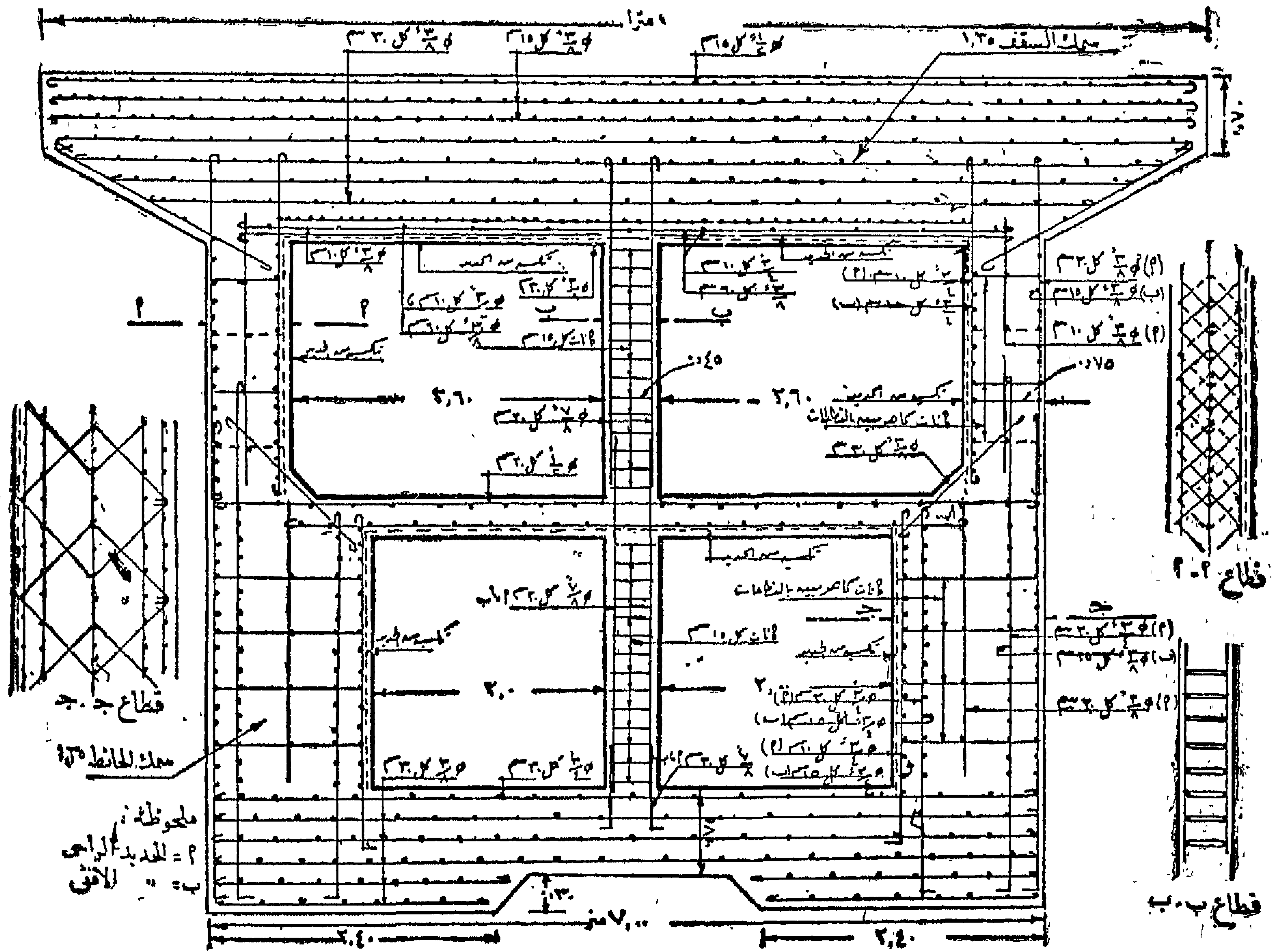
— أسياخ متعامدة مسافة من ١٥ — ٣٠ سم الطبقات الثلاثة العليا .

— الطبقات الثلاثة السفلى لا يقل القطر عن ¾ بوصة على مسافة ١٠ سم بين الأسياخ و ٨ سم بين كل طبقة وأخرى .

— الأسياخ فى الطبقات الأخرى على بعد ١٥ سم من الطبقات التى تعلوها والمسافة بين كل طبقة وأخرى ١٥ سم ولا يقل وزن التسليح العلوى عن ٤٥ كجم لكل متر مكعب .

— توضع كانات للطبقات الخمسة السفلى لا تقل مساحتها عن ٢٠ سم مربع من المساحة القطاعية لكل متر مربع من المساحة الأفقية .

— يعمل شبكة من الحديد أسفل السقف لا تقل سمكها عن $\frac{3}{16}$ بوصة . أو شبكة حديد بنسبة من أسياخ قطر ¾ توضع على مسافات ضيقة بحيث لا يزيد عرض الشبكة عن ٤ سم .



شكل رقم (٦٤)

قطاع لمخبأ يتحمل إصابات مباشرة من قنابل متوسطة الغلاف وزن ٢٥٠ كجم كالمواصفات الإنجليزية

يفضل مد السقف خارج الحوائط لحمايتها من الاصطدام .

والإصابة المباشرة . $\frac{\text{الأمتداد}}{\text{إرتفاع الحائط عن سطح الأرض}}$ = ظل زاوية التصادم

زاوية التصادم فى حدود ٢٠° عادة

∴ الإمداد = إرتفاع الحائط عن سطح الأرض × ظا ٢٠

السمك المحسوب — الأسياخ الطولية فى الوجه الخارجى نصف ما يستخدم فى الوجه الداخلى — الكانات تمد ٢/٣ السمك تقريباً — على أن يمتد ثلثها على الأقل بكل السمك الحديد نسبته ١٠٠ رطل للياردة المكعبة ، وقد يزيد الأسياخ كلها تجنش من نهايتها الركوب لا يقل عن ٥٠ مرة قطر السيخ — الأسياخ فى الوجة الخلفى تمتد فى السقف — يمنع تكسيح الحديد عند الأطراف — يوصل الحديد بالأرض لمنع التداخل فى أجهزة اللاسلكى .

المدرسة الانجليزية فى التسليح :

حددت المواصفات البريطانية للأسقف الواقية من الخرسانة المسلحة أن يكون التسليح على الصورة الآتية :

تترك طبقة خرسانة بسمك ٥ سم كغطاء علوى ثم قرص التسليح على شكل حصائر (شباك) متتالية على بعد أقصاه (١٥ سم) من بعضها وترتب معها الأسياخ فى اتجاهين متعامدين .

ويجب ألا يقل مقدار الحديد عن ٤٣ كج فى المتر المكعب من الخرسانة . وتتباعد الأسياخ بأبعاد لا تزيد عن ٣٠ سم عن بعضها من قطر نصف بوصة — وتقل المسافات إلى ١٧ سم إذا كانت الأسياخ من قطر ٣/٨ بوصة . ويرتب تسليح مقاومة القص من كانات رأسية ويجب ألا تقل مساحة قطاعاتها العرضية فى مجموعها عن ٢٠ سم^2 فى المتر المسطح . أما الطبقات السفلى من التسليح فتكون عادة من ثلاث طبقات من أسياخ ٣/٤ أو ٥/٨ بوصة على الأقل وعلى أبعاد لا تزيد على ١٠ سم فى الاتجاهين . وتحدد عدد الطبقات بتحديد وزن القنبلة .

. . . . إلى ذلك الجداول المشار إليها بالترتيب الأوربى . وسوف ينشر بقية البحث فى العدد القادم . . . حيث نعرض بعض أمثلة محلولة مطبقاً فيها النظريات السابقة محاولين فى بداية المقال تلخيص المعادلات الرياضية مجمعة مرة أخرى إن شاء الله .

Table 11. Radius of earth — shock damage for various soils

Size of bomb			Steel pipes and cables	Cast iron or concrete pipe	Pipes and brick swetrs
Kilograms		Pounds	Feet	Feet	Feet
50		110	15	20	30
250		550	24	30	50
500		1,100	27	35	60
1,000		2.200	34	45	70
1,800		3,960	38	50	90
C	Mines	......	20	20	40
D	Mines	......	15	15	30
G	Mines	......	38	50	80

Conversion factors

Type of soil	Factors
Made ground	1.3
Clay	1.0
Chalk	0.9
Sand	0.8

Table 12. Minimum ventilation and space requirements for protective structures (for each occupant).

Location	Maximum period of occupancy (hours)	Ventilation rate, per person (cubic feet per hour)	Total surface person (square feet) area. per	Floor area per person (square feet)	Volume content per person (cubic feet)
Natural ventilation (open outside air) :					
Above ground	3		50	6	50
Above ground	12		60	6	75
Below ground	3		30	6	50
Below ground	12		50	6	75
Above or below ground	3	Gastigtight, none	75	6	120
	12		100		350
Mechanical ventilation					
Above ground	3	180	40	6	50
Above ground	13	450	60	8	50
Above ground	12 or more	600 or more	50	10	70
Below ground	3	180	25	6	50
Below ground	12	450	25	6	30
Below ground	12 or more	600 or more	30	8	60

The above figures apply to occupied space only : passageways, sanitary arrangements, entranceways, (air-locks, etc.) and first-aid and decontamination rooms are not included.

Table 10. Required thickness of materials to protect wood against burning by 1 — Kilogram incendiary bombs

Material	No char on wood surface (inches)	No. flaming of deck (inches)
Magnesite — standard (rich) mix	5/8	......
Magnesite — heavy-duty mix with sand	7/8	5/8
Slag concrete — 1:7 mix	1 3/8	......
Vermiculite concrete — 1:6 or 1:4 mix	1 3/4	......
Cinder concrete — 1:7 mix	......	1 1/8
Haydite concrete — 1:7 mix	1 5/8	1 1/8
Gravel concrete — 1:3:4 mix	1 5/8	1 1/4
Gravel concrete with asphalt emulsion — 1:1:3:4 mix	1 3/4	1 1/4
Sand concrete — 1:6 mix	1 3/4	1 1/4
Gypsum and coment slab, at least 3/4-inch gypsum	1 1/4	......
Marinite — cement asbestos board	1 1/8	5/8
Trancell — cement asbestos board	1	......
1/4-inch asbestos millboard under 1/4-inch cement asbestos board	......	1/2
Marine sheating	......	7/8
Loose sand not cratered by bomb	2	......
Loose sand cratered 1 1/2 inches by bomb	......	2
Loose clayey earth cratered 1 inch by bomb	......	2

Table 9. Minimum thicknesses of materials which will prevent perforation by

1 — Kilogram incendiary bombs

Material	Thickness (inches)	Weight per square foot (pounds)
Materials independently resistant to perforation :		
Horizontal roof or surface :		
Reinforced concrete, 4,000 psi	3 1/2	44
Mild steel plate	3/16	7.7
Wood, grade A or B	About 6	17
Concrete on 1/8 inch steel plate	1	17.6
Pitched roof or surface (approximately 2 on 3) :		
Concrete on 20 - gauge corrugated metal	1 1/4 minimum	20.5
Concrete on 24 - gauge corrugated metal	1 3/4 minimum	26
Structo-cal, not reinforced 6,600 psi	3	24
Gypsum, not reinforced, 3,200 psi	3	20
Materials to existing roof or floor (weight of added material shown) :		
Horizontal roof or surface :		
Precast concrete slab on 1 1/4 inch wood sheating	2	25
Brick laid on 1 1/4 inch wood - sheating	1 layer	22
earth or sand (compacted)	About 9	75
Pitched roof or surface (approximately 2 on 3) :		
concrete lightly reinforced, 4,000 psi	2	25

Table 7. Required thicknesses reinforced concrete walls to resist explosion of typical GP bombs in contact

Size of bomb	Bomb characteristics			Protective thickness			
	Total weight (pounds)	Charge weight (pounds)	W 1/3	Wall exposed to air	Wall buried in earth	spaced walls-:all buried in earth	
						outside wall	Inside wall x
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(2)	(8)
100 kg.	220	110	4.8	3 «10»	6 « 9»	5 « 9»	1 «0»
250 kg.	519	286	6.6	5 «3 »	9 « 3»	7 «11»	1 «4»
500. kg.	1,120	484	7.9	6 «4 »	11 « 1»	9 « 6»	1 «6»
1000. kg.	2,200	1,190	10.6	8 «6 »	14 «10»	12 « 9»	1 «6»
1800. kg.	3,900	2,100	12.8	10 «3 »	17 «11»	15 « 4»	2 «0»

Probable minimum structurel requirement.

Table 8. Required thicknesses of materials to protect against fragments and blast of bombs of all types at a distance of 40 feet

Size of bomb	Thickness in inches							
	Mild steel	Reinforced concrete	Plain concrete	Reinforced brickwork	Plain brickwork	Precast concrete block	Earth filled crib	Sandbags
100. lb.	1.	10	14	13 1/2	13 1/2	16	20	24
250. lb.	1 1/2	12	16	13 1/2	17	20	24	30
500. lb.	2	12	18	17	21 1/2	24	30	36
1,000. lb.	2 1/2	16	22	21 1/2	25	28	36	42
2,000. lb.	3	20	28	25	28 1/2	32	42	54

Table 6. Approximate maximum penetration effects and proof thicknesses for typical SAP bombs against reinforced concrete Velocity = 1,000 feet per second Obliquity = 15° Compresses strengh of concrete = 4,000 pounds per spuare inch

Bomb characteristics					Penetration		Impact and explosion				
(1) bomb Size of	(2) Total weight pounds	(3) Weight of charge	(4) Section alpress pounds per square inch	(5) Diameter (inches)	(6) Normal impact (inches)	(7) 15* (inches) out ityimp-oblique-	(8) Explosion (inches)	(9) Total penetration (inches)	(10) Limit thickness for scabbing (inches)	(11) proof thickness (inches)1	(12) Proof thickness w/antiscabbing plates2
250. lb.	230	67	2.77	10.3	21.3	17.3	0.9	18.2	47	54	47
250. kg.	528	174	3.2	14.5	27.3	22.1	0.9	23.0	62	71	62
500. kg.	1,190	420	4.96	17.5	41.0	33.2	4.0	37.2	88	101	88
2000. lb.	2,000	600	7.4	18.5	57.9	46.9	9.1	56.0	115	132	115
1400. kg.	3,010	600	7.9	22,0	64.8	52.5	2.0	54.5	121	139	121
4000. lb.	3,587	1,072	7.3	24.5	65.6	53.1	4.2	57.3	130	150	130

(1) 15 percent added to value in column

(2) Same as value in coluam (10).

Table 5. Maximum horizontal radii of ruptuer for typical GP bombs detonating underground (in feet)

Bomb weight (pounds)	Weight of charge (pounds)	Hard rock concrete Masonry	Medium rock (stone	Soft rock average brick work	Blue clay	loam Sandy clay or gravel	Hard sand soil with vegetation	Soft sand heavy ground	Soft made ground
Timbered Galleries									
100	54	12.5	14.6	16.2	23.4	23 5	28.7	29.4	36.5
250	123	16.5	19.4	21.5	30.9	33.7	38.0	38.9	48.3
500	274	21.5	25.2	27.9	40.2	43.8	49.4	50.5	62.8
1,000	558	27.2	31.8	35.4	50.9	55.5	62.5	64.0	79.5
2,000	1,142	34.5	40.4	44.8	46.6	70.5	79.2	81.3	101 0
Reinforced Concrete Structures									
100	54	8.7	10.2	11.3	16.3	17.8	20.0	20.6	25.7
250	123	11.5	13.0	15.0	21.5	23.5	26.5	27.3	34.0
500	274	15.0	17.5	19.5	28.0	30.6	34.5	35.4	44.2
1,000	558	18.9	22.2	24.7	35.4	38.7	43.6	44.8	56.0
2,000	1,142	24.2	28.2	31.4	45.0	49.1	55.4	57.0	71.1

Abbreviation and Equivalents

	U.S.	British	German	Japanese
AP	Armor - piercing (c/w about 15 percent)	AP	SD or PC	AP
SAP	Semi-armor - piercing (c/w about 30 percent)	GP	SD	SAP
GP	General purpose (c/w about 50 percent)	MC	SC	GP
LC	Light case (c/w about 75 percent)	HC	Mine	LC
F	Fragmentation	F	Anti. personnel	Anti. personnel

FC Fragmentation cluster

PC = Armor - piercing - Rocket propulsion

SD = Sprengdickenwand

SC = Sprengcylindrish

MC = Medium capacity

HC = High capacity

Table 2. Values of «Y» — Square root of compressive strength of concrete

Compressive strength of concrete (pounds per square inch)	Value of «Y» (S 1/2)
1500	38.7
2000	44.7
2500	50.0
3000	54.8
3500	59.1
4000	63.2
5000	70.7
6000	77.5

Table 3. Values of «K» for various materials (to be used in formula (2).

Material	«K»
Linestone	0.8
Good stonework	1.7
Good brickwork	3.0
Sand and gravel	6.3
Sandy loam	7.6
Loam	9.0
Clay lozm	10.5
Clay	12.5

Table 4. Values of «F»

Material	«F»
Hard rock	3.29
Reinforced concrete	3.30
Medium rock	3.87
Soft rock	4.29
Blue clay	6.18
Loam	6.67
Gravel	6.83
Har sand	7.59
Soft sand	7.85
Heavy made ground	7.73
Soft made ground	9.66

Cont. Table 1. Characteristics of typical aircraft bombs

Designation and U.S. classification		Total weight (lb.)	Weight of explosives (lb.)	Charge/weight ratio (percent)	Maximum diameter (in)	Sectional pressure (psi)
German						
AP	500. kg. P.C.	1100	220	20	15.6	5.76
	1000. kg. P.C.	2200	308	14	19.8	7.18
	1000. kg. P.C.	2240	319	14	19.8	7.28
	1400. kg. P.C.	3080	600	21	21.9	8.19
	1400. kg. S.D.	3010	660	22	22.0	7.90
SAP	50. kg. S.D.	113	36	32	8.0	2.25
	250. kg. S.D.	528	174	33	14.5	3.2
	500. kg. S.D.	1190	420	35	17.5	4.96
GP	50. kg. S.C.	113	54	48	8.0	2.3
	100. kg. S.C.	220	110	50	10.0	2.82
	250. kg. S.C.	519	286	55	14.5	3.15
	500. kg. S.C.	1120	484	43	18.5	4.18
	1000. kg. S.C.	2200	1190	54	26.2	4.07
	1200. kg. S.C.	2640	1590	60	26.2	4.91
	1730. kg. S.C.	3810	1600	42	25.5	7.48
	1800. kg. S.C.	3900	2100	54	25.9	7.4
LC	2500. kg. S.C.	5500	....	Excessive (80 ?)	30.31	7.8
F	12. kg. S.C.	26	2	8	3.25	3.13
	30-35. kg. S.Be.	66/77	15	21	7.0	1.84
Parachute mine 500. kg.		«D» 1100	675	58	26	....
Parachute mine 1000. kg.		«C» 2200	1536	70	26	....
Bomb / Mine 1000. kg.		«G» 2200	1615	73	25.5	....
AP	250. kg.	1650	64	4	16.1	8.1
SAP	750. kg.	540	133	25	11.5	2.24
GP	30. kg.	66	26	39	5.87	2.43
	60. kg.	124	50	41	7.85	2.58
	100. kg.	220	100	45	9.5	3.1
	250. kg.	506	182	36	12	4.48
	500. kg.	1063	....	......	14.5	6.45
	800. kg.	1820	770	41.7	17.5	7.6
F	15. kg.	33	9.7	29	3.87	2.80
	40. kg.	88	....	......	7.6	1.94

Table 1. Characteristics of typical aircraft bombs

Designation and U.S. classification		Total weight (lb.)	Weight of explosives (lb.)	Charge/weight ratio (percent)	Maximum diameter (in)	Sectional pressure (psi)
			American			
AP	600.lb.	634	34	5.4	10.47	7.47
	1000.lb.	1078	58	5.4	12.25	9.1
	1600.lb.	1590	228	14	14.0	10.3
SAP	500.lb.	507	150	30	11.8	4.64
	1000.lb.	998	312	31	15.1	5.58
	2000.lb.	2040	556	27	18.7	7.43
GP	100.lb.	111	57	51	8.2	2.10
	250.lb.	258	125	48	10.9	2.76
	500.lb.	520	267	51	14.2	3.28
	1000.lb.	1017	547	54	18.8	3.66
	2000.lb.	2090	1096	53	23.3	4.90
LC	4000.lb.	4352	3350	77	34.25	4.72
F	4.lb.	3.2	.47	17	3.0	....
	20.lb.	19.8	2.7	13	3.6	1.94
	23.lb.	24.7	2.7	11	3.6	....
	30.lb.	36.2	4.6	13	4.2	2.61
	90.lb.	86	11	13	6.2	3.04
	260.lb.	261	34	13	8.1	5.07
FC	100.lb.	167	....	....	8.0	....
	500.lb.	......	....	....	14.0	....
			British			
AP	250.lb.	245	42	17	9.2	3.7
	500.lb.	490	89	18	11.5	4.75
	2000.lb.	1934	166	9	13.5	13.5
SAP	250.lb.	230	67	29	10.3	2.77
	500.lb.	470	143	30	13.0	3.56
	1000.lb.	1072	357	33	16.2	5.2
	1900.lb.	1785	470	26	18.5	6.66
	4000.lb.	3587	1072	30	24.5	7.63
GP	500.lb.	447	224	50	12.9	3.4
	1000.lb.	1021	475	47	17.5	4.27
LC	2000.lb.	1842	1340	73	18.5	6.85
	4000.lb.	3944	2960	75	30.0	5.58
	8000.lb.	7860	5361	68	38.0	6.13
	12000.lb.	11800	7800	66	38.0	10.4
F	20.lb.	20	3	15	3.9	1.67

The USSR steel industry has acquired the great experience in operating the commercial plants for continuous casting of carbon and alloy steels into slabs and billets of both small and large sizes from the ladles of up to 300 tons capacity.

The studies of the commercial plant operations and the continuous casting process itself give the preference at present to the use of the vertical casting plants. The continuous casting of steel on the vertical plants into up to 400 × 400 mm billets and into slabs up to 1850 mm and more wide from the ladles of over 300 tons capacity is a most advanced casting method which ensure the stable metallurgical cycle, high quality of cast billets and finished products derived from them, high technical and economical efficiency and will create the conditions for complete elimination of the blooming and slabbing mills from the metallurgical cycle.

MODERN DEVELOPMENTS IN CONTINUOUS STEEL CASTING

The continuous steel casting had won its place in the steel industry after it had been refined to the extent ensuring stable steel production in high quality cast billets.

In the Soviet Union the development of the continuous steel casting was preceded by thorough research work with an end to design the casting plants and their principal units, ensure the balanced process and obtain high qiality cast billets.

On the basis of this research work the vertical continuous steel casting plants had been designed, built and put into operation for production of both billets and slabs in industrial scale.

The Soviet Union holds the first place in the world both in total output and in production capacity of individual continuous casting plants.

According to the estimates of engineering organisations the continuous steel casting plants replacing the slabbing mill at a big steelworks would allow to raise the labour productivity in the steelmaking shops and in the rolling mills by 7-9 per cent and reduce the manufacturing cost of cast slabs by approximately 8% as compared to that of the rolled ones. The increased yield of rolled products from the cast slabs makes it possible to reduce by 1 million tons the production of steel against that required for rolling the products from the rolled slabs.

The major emphasis in designing new industrial casting plants is placed upon better performances and higher reliability of all the parts of equipment, shorter time for setting up and changing the profile of cast billets, wider mechanisation and automation and better working conditions for the personnel during the casting operation and repairs of the equipment. The mechanisms have been already developed for rapid changing of the tandishes and the automatic system of stopper control which provides for a possibility to conduct the process without any manual labour.

Besides, the universal moulds and dummy bars have been designed, a minimum number of which ensures casting of a wide range of slab sizes. There are rapidly detachable collectors on the moulds of all types through which water and lubricants are supplied. This arrangement reduces considerably the time for mould changing. While with the old plants now in operation the slab size changing takes about 3-4 hours, with the new plants the mould is changed in 20-30 min and the whole operation of size changing lasts about 60 min. The design of the secondary cooling system and pinch rolls with hydraulic pressing offers rapid changing of sizes.

The developed secondary cooling system assures flexible control and uniform spraying of water over the ingot.

With a view to facilitate the construction of the continuous steel casting plants the equipment for them is being extensively standardized.

According to the estimates the continuous casting of billets for steel sections can also gian great technical and economical advantages.

Elimination of the blooming mill and continuous billet mill at a large steelworks on account of constructoin of the plants for steel continuous casting in small size square billets would entail essential reduction in capital expenditures and operating costs.

In the years to come in the Soviet Union the most powerful in the world industrial continuous steel casting plants will be put into operation. The multi-strand machines will be extensively developed for casting steel in small and medium size billets.

The continuous casting practice is gaining new fields in the production of tubes, consumed electrodes, etc.

KERAMSITE-MAKING PLANTS

Keramsite is an artificial porous filler used in the production of keramsite concrete. Keramsite concrete is the principal kind of light weight concrete widely used in the manufacture of wall panels. Thus, in 1968 the industry of the USSR has manufactured about 6 million cu.m of prefabricated reinforced-concrete elements from keramsite, which amount approx. to 60% of the total quantity of wall panels produced in the country. Keramsite-making is one of the rapidly developing branches of the building-material manufacturing industry. This can be illustrated by the following figures : the total amount of keramsite produced in the USSR in 1965 was 6.2 million cu.m as against 8.1 million cu.m in 1967. In 1968 as many as 126 keramsite-making plants were in operation in the USSR, their total output amounting to more than 9 million cu.m of keramsite. The next several years to come will see a further increase in the rate of keramsite production.

It has been established on the basis of research data that the employment of lightweight aggregate concrete, including keramsite concrete, gives a great economic effect. In modern construction the employment of keramsite as a concrete filler ensures a reduction of weight of building by 30-40%, reduces labour consumption by 20%, transportation costs by 30-40%, and general cost of construction by 6-10%. Besides, the ratio of prefabrication of the structural elements increases to 60%, while specific consumption of concrete is greatly reduced.

Brief Characteristic of Keramsite :

Keramsite is a porous building material made by processing natural raw material (clay). Keramsite is produced by swelling natural raw materials, such as clay, clay shales, loam and other rocks comprising the components which ensure the production of highly porous material as a result of calcination. The desired high quality of keramsite depends upon the chemical and mineralogical composition of raw materials, which can be controlled by introducing organic additives or coating the granules with powdered additives in the process of manufacture. The volume-weight of keramsite is 300 to 600 kg/m^3, its grain size being 0 to 40 mm, and mean compression strength about 25-30 kg/cm^2.

In accordance with the kind and quality of the raw material used, different methods of raw material preparation can be employed, namely, the plastic, wet and dry methods. The most widely used method is that of plastic preparation, and more than 95% of keramsite produced in the USSR is made by this particular method. The dry method is used when dealing with hard clay, in particular, clay shales. The wet method (clay slip method) is resorted to when using two more different kinds of clay, or clay with a high moisture content.

Keramsite is used in housing, industrial, rural and transport construction, in the erection of long-span bridges, and in other kinds of constructions. Employment of structural elements made from keramsite brings about a telling improvement of thermotechnical and acoustic characteristics of the buildings, ensures an important reduction of their weight, provides an effective solution to the problem of construction of complicated-shape and multistorey buildings, as well as of construction in seismic regions.

The Soviet machine-engineering industry has mastered series manufacture of keramsite-making equipment. In the nearest future the rate of supply of this kind of equipment will be greatly increased. For example, standardized keramiste-making equipment lines with a rated capacity of 100,200 and more cu.m of keramsite per year will be made available. These production lines will ensure a fully mechanized and automated process of production and technological control.

The expenses for the construction of keramsite-making plants are normally repaid within three or four years of operation.

Production of keramsite is a road towards obtaining a low-priced lightweight building material suitable for the manufacture of structural elements and units which are always in great demand in the world's market.

The use of keramiste greatly increases general efficiency of construction. The economic advantages presented by keramsite are obvious and indisputable.

series allows to increase efficiency of ventilation and to reduce the number of blows of the dies.

A new compound to envelope sections of the winding has been developed at the works and is introduced to make the winding work less arduous and to improve the heat loss.

The series has been so designed that it is possible to organize a batch production within a short peroid.

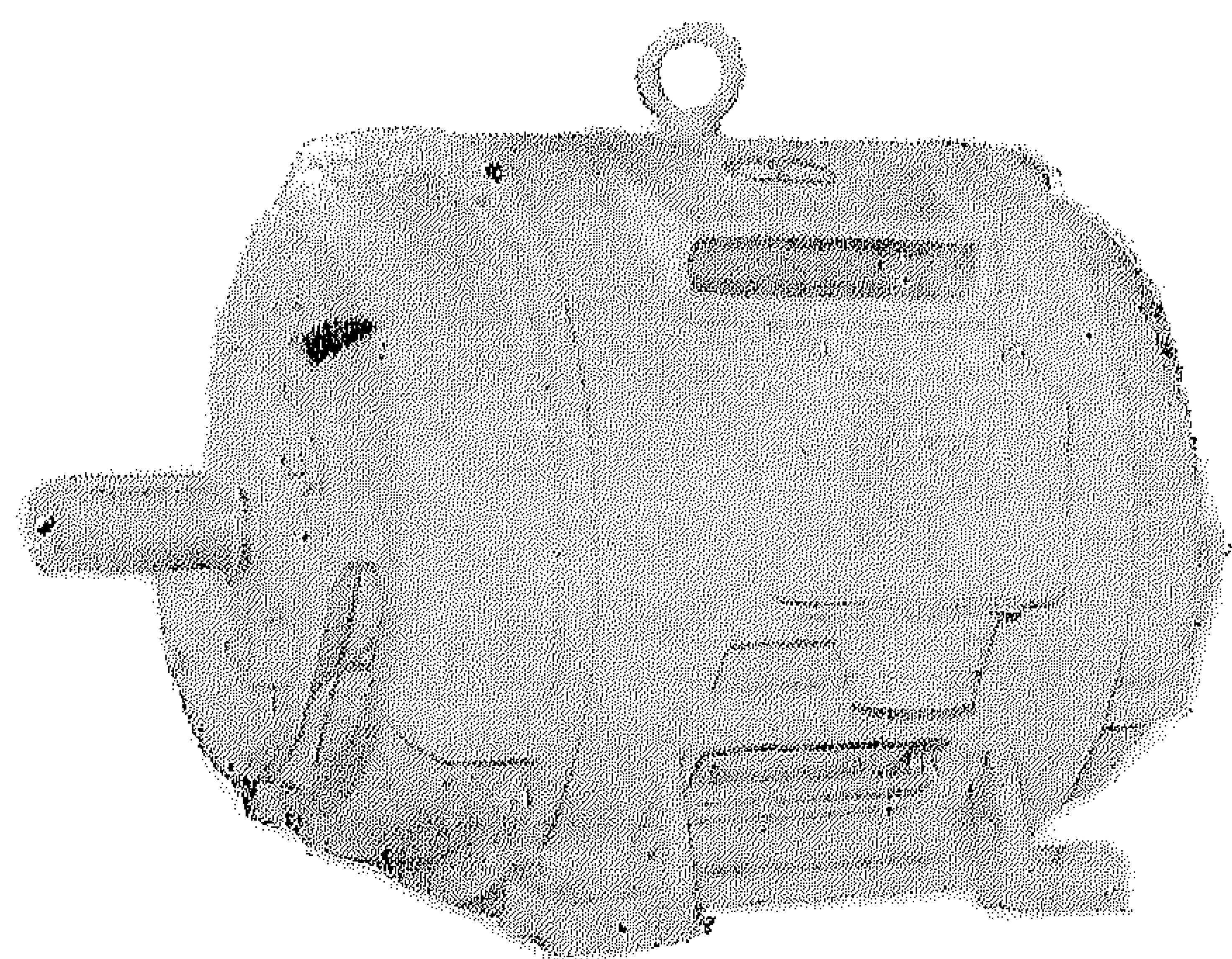


Fig. 1. Type A3 Electric motor

Much attention has been also paid in the design of the series to a reliable and convenient operation.

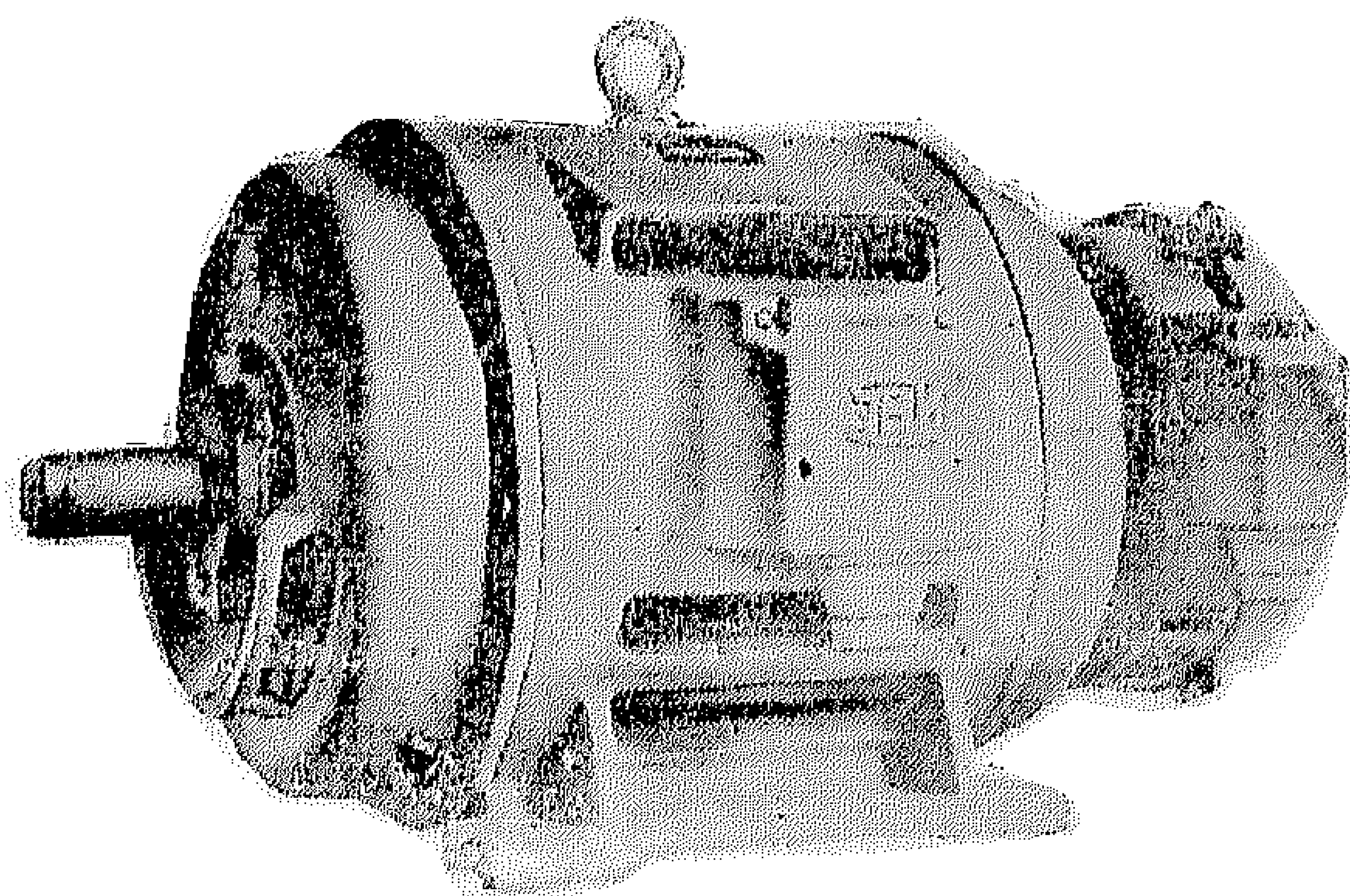


Fig. 2. Type AK3 Electric motor

The bearing assemblies designed for replenishment and replacement of lubrication without dismantling have been employed for the new series. The insulating materials used for the new electric motors were close tested first for a long period to determine their life. The model electric motors were subjected to accelerated tests to determine their life. A number of electric motors has been put for an experimental operation under supervision of the reliability test laboratory of the works. The tests and the experimental operation have shown that electric motors of the new series are highly reliable and their life is 18 years.

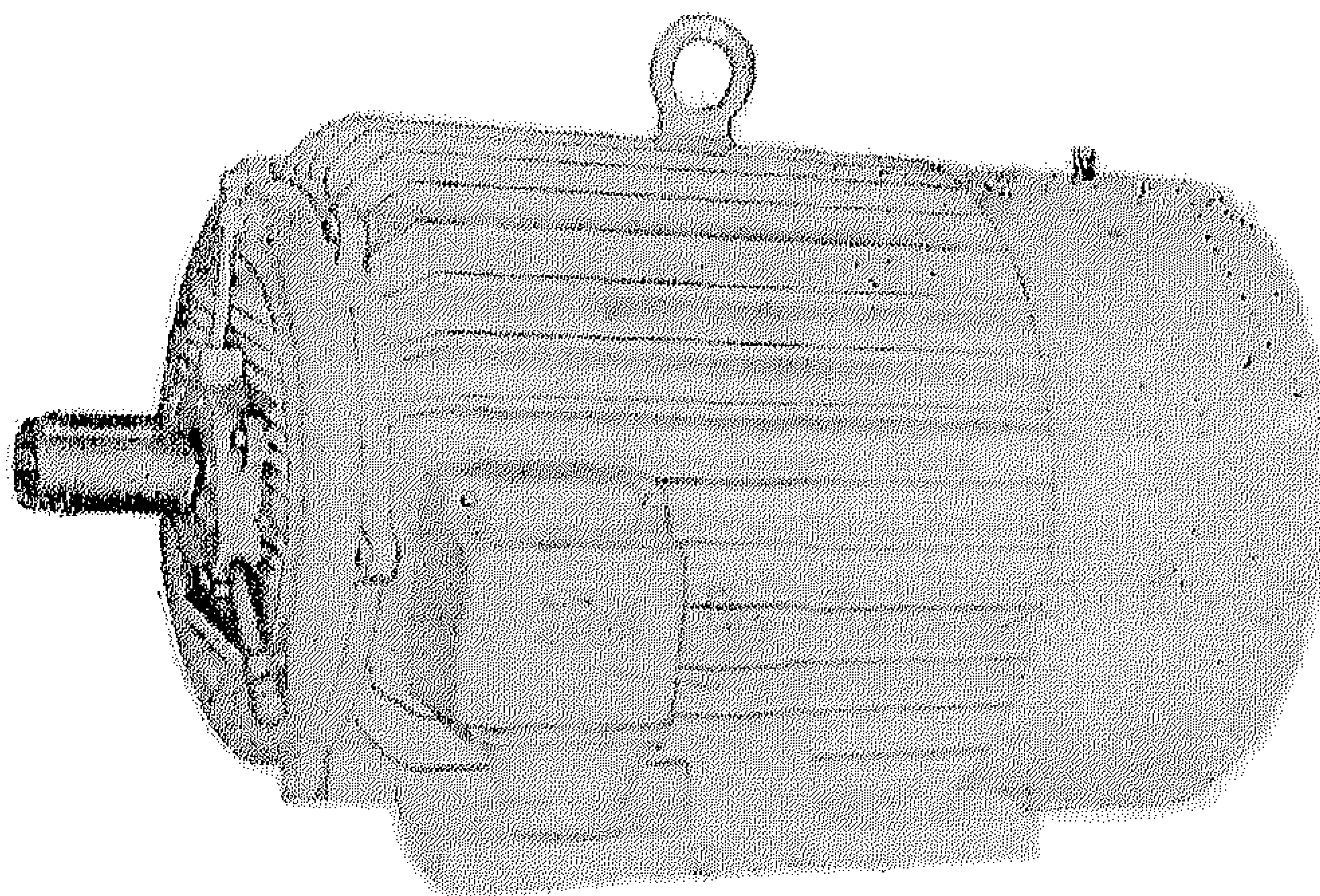


Fig. 3. Type AO3 Electric motor

The annual saving due to introduction of the new series at the works of the Soviet Union constitutes over 2.5 mln. roubles. Consumption of copper is reduced on average by 25%, electrical steel by 20% in comparison wtih the previous series. The total weight is reduced by 20%. All told, 250 tons of copper, 2300 tons of electrical steel will be saved annually with introduction of the new series at the manufacturing works (according to the program of 1968). Along with that, consumption of labour for manufacturing the motors reduces on average by 5%.

The works named after Vladimir Ilyich started the batch production of the new series in 1967.

A NEW SERIES OF GENERAL PURPOSE INDUCTION MOTORS RATED OVER 100 KW

By

V. RADIN

Development of a new series of electric motors rated from 100 kw up to 500 kw was commenced at the Moscow Electromechanical Works named after Vladimir Ilyich (Lenin) in 1964.

Electric motors of types A3, AK3 and AO3 fall into a low voltage group of the new unified series of the general industrial purpose induction motors rated from 100 kw upto 500 kw. They are designed for a continuous operation at the ambient air temperature ranging from + 40°C to — 20°C.

The motors are manufactured for the rated voltage of 220/380 V and 380/660 V and for 50 and 60 cycles. Motors can be also made for 500 V, 240/415 V and 230/400 V for 50 cycles on request of the purchaser.

The series has been worked out for three centre mounting heights, i.e. 315, 355 and 400 mm and it has two lengths for each height.

Type "A" motors are splash-proof (IR-22/23 according to IEC classification) and type "AO" are totally-enclosed ventilated frame motors (IR-44 according to IEC classification).

Both squirrel-cage motors (A3, AO3) and slip-ring motors (AK3, AOK3) have been designed.

The series as a whole comprises 132 basic models (without versions).

The range of outputs, mounting size and marking of all the models of the new series comply with the recommendations of the International Electrotechnical Commission. As to the weight and power factors motors of the new series comply with the stringent requirements of the world standars.

The insulating systems with modern electric insulating materials were developed for the new series of motors as a result of profound research work which had been conducted at the works. Type PETV rectangular enamelled wire (enamelled with the heat-resisting high-strength polyethereal varnish), combined mica-based plastic insulating materials and others are employed in the series. A unique design with the rotor draught ventilation system was employed for the first time in the world for the totally-enclosed electric motors and this allowed to considerably reduce heating of the motors and to improve their weight characteristic.

While designing the new series much attention has been paid to make the design easy to manufacture, and to aesthetics as well.

Modelling of the electric motors allowed even at the stage of preliminary design to obtain a modern aesthetic shape of the motors and an easy production of cast iron which is used for frames, end shields and for some other parts.

An aluminium cast cage is used for the squirrel-cage motors of all the three size of the new series. A highly efficient process of pouring aluminium by vibration which ensures a high labour productivity and a good quality of the cast cage for the rotor has been introduced at the works.

Reduction in length of the active part of the motors in comparison with the previous

The relation between the interaction variable $\bar{x}$ and the body geometry is given by ;

$$\bar{x} = \frac{\epsilon Re_{\infty l}}{\left(\frac{\gamma-1}{2}\right) M_\infty^2 \cos\beta} \int_0^s \sqrt{1 + r_b'^2(s)}\, ds \qquad (A-2)$$

where,

$$Re_{\infty l} = \frac{\rho_\infty U_\infty l}{\mu_\infty}$$

The initial shock inclination angle β_c, may be calculated from any standard invscid solution, say Cole's solution[9];

$$\frac{\tan\beta_c}{\tan\theta_c} = \frac{3\gamma+1}{2(\gamma+1)} + \frac{1}{2M_\infty^2 \tan^2\theta_c} \qquad (A-3)$$

REFERENCES

1. Probstein, R. F. : "Interacting hypersonic laminar boundary layed flow over a cone", Brown University, Div. of Eng., TR-AF-2798-1 (March, 1955).

2. Probstein, R. F. and Elliot, E. : "The transverse curvature effect in compressible axially symmetric laminar boundary layer flow", J. Aero-Sc., vol. 28, pp. 208-224 (1956).

3. Cheng, H.K. : The blunt body problem in hypersonic flow at low Reynolds numbers" Cornell Aero. Lab., Rept. AF-1285-A-10, (June, 1963).

4. Waldron, H. F. : "Viscous hypersonic flow over pointed cones at low Reynolds numbers", AIAA J., Vol. 5. no. 2, Feb., 1967, pp. 208-218.

5. Freeman, N. C., Cash, R. F. and Bedder, D. : "An experimental investigation of asymptotic hypersonic flow", J. Fluid Mech., vol. 18, no. 3 March, 1964, pp. 379-384.

6. Beavers, G.S. : "Shock wave shapes on hypersonic axisymmetric power law bodies", AIAA J., vol. 7, no. 10, (Oct., 1969) pp. 2038-2040.

7. Kubota, T. : "Inviscid hypersonic flow over blunt nosed slender bodies Publica-417, 1957, Graduate Aero Lab., California Institute of Technology.

8. Dorodnytsin, A.A. : Sbornik teoretitis-hiskihk rabot pa aerodynamica, Moscow, oborongia, 1957, pp. 116-126.

9. Cole, J. D. : "Newtonian flow theory for slender bodies", J.A.S., vol. 24, no. 6 (June, 1957) pp. 448-455.

10. Wilkinson, D. B. and Harrington, S. A. : "Hypersonic force pressure and heat transfer investigations of sharp and blunt slender cones", Arnold Eng. Develop. center, Rept. TDR-63-177 (August, 1963).

11. Wagdi, M.N. : "Theoretical evaluation of convective heat transfer", Bull., Faculty of Eng., Cairo, Univer., (1965-1966) pp. 355-369.

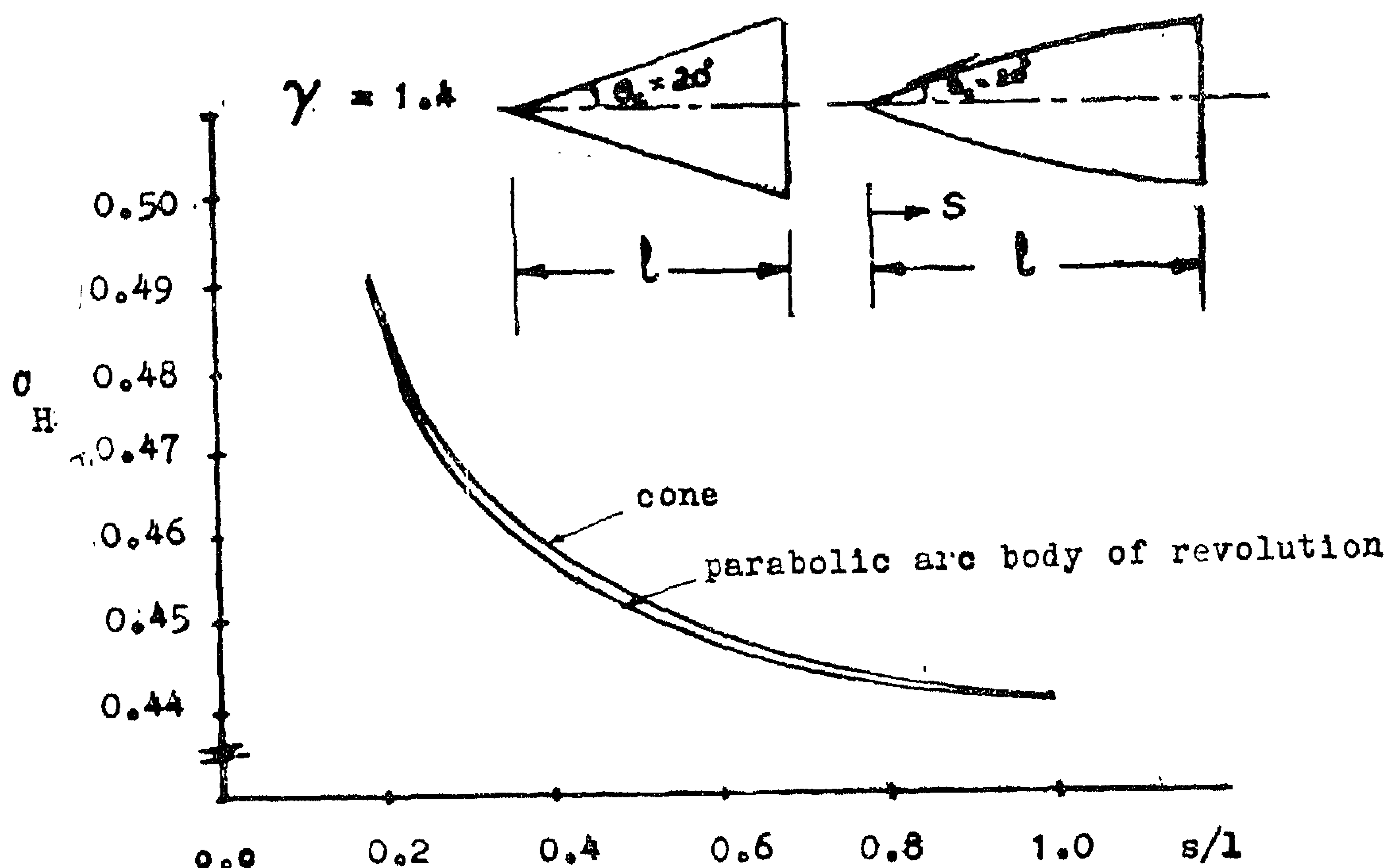


Fig.(4) Comparison between θ_H over a cone and a parabolic arc body of revolution having the same leading edge vertex angle.

This means that the longitudinal shock wave curvature has a minor effect on the body heating.

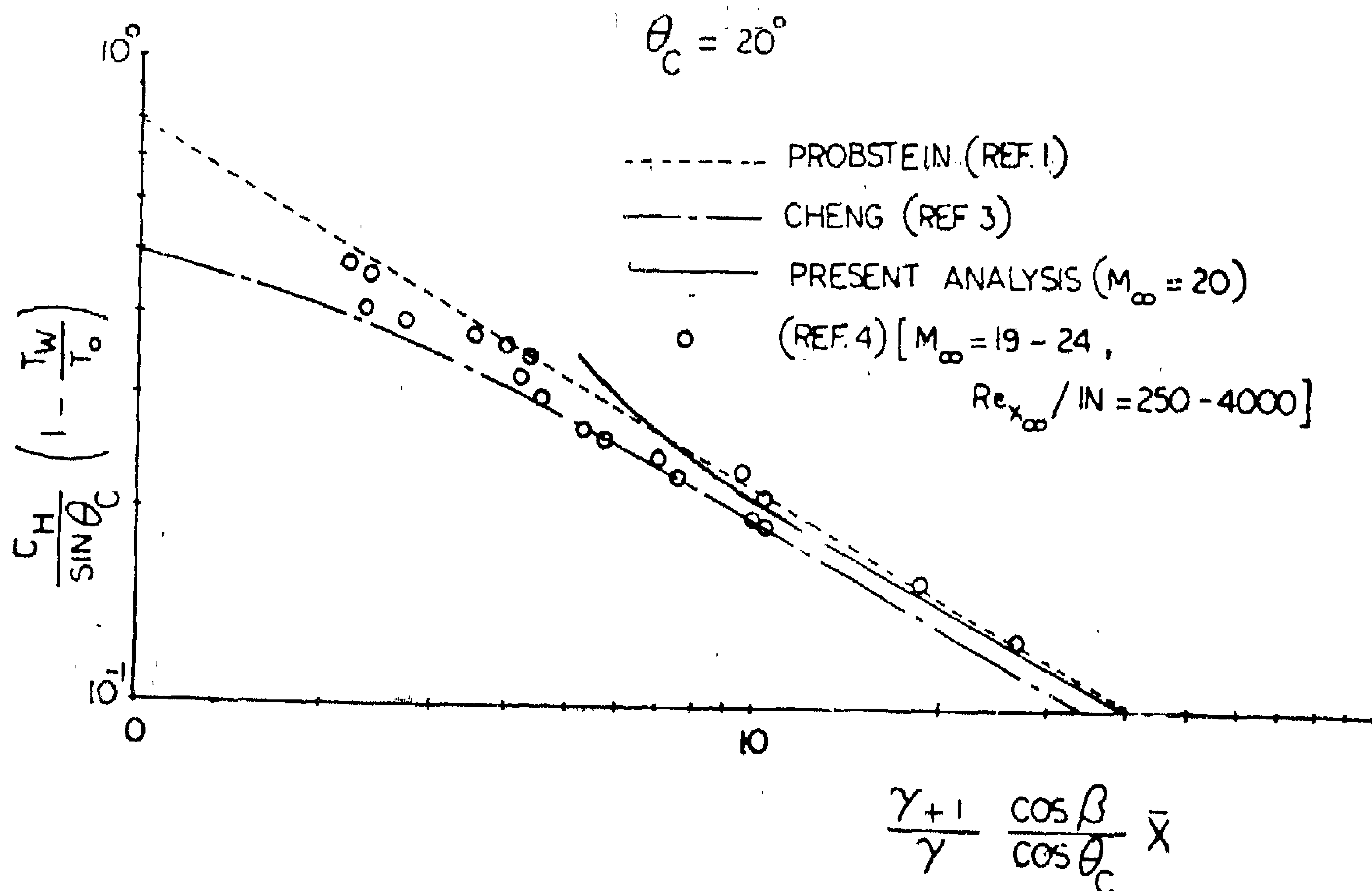
VII Appendix

Substituting eqn. (31) into eqn. (30) we get;

$$\cot\beta \frac{d\beta}{ds} = 3\epsilon\left[1.25\, r_b'(s)\, r_b''(s) + 0.25\, r_b\, r_b'''(s)\right] \qquad (A-1)$$

where in the derivation of the above equation the following inequality has been considered;

$$2 \sin^2\beta \ll \frac{\gamma+1}{3\epsilon}$$



VI Conclusion

The present paper is intended for finding out solutions for pressure distribution and heat transfer over arbitrary bodies of revolution in the moderate and high Reynolds number range, for arbitrary values of Prandtl number. The assumptions introduced made the solution rather simple, yet keeping the physical significance of the problem unaltered. The effect of the longitudinal shock curvature (due to longitudinal body curvature) on the Stanton number distribution is shown to be an additional term superimposed on the cone solution. It is seen that the shock curvature term may increase or decrease heating on locations on the body surface according to whether ;

$$\frac{4}{\left[(\gamma-1)M_\infty^2\sin^2\beta+2\right]\tan^2\beta} \gtrless \frac{1+\frac{T_w}{T_{o\infty}}}{1+\frac{T_w}{T_{o\infty}}}$$

The above inequalities state that near the leading edge, the shock curvature effect reduces the aerodynamic heating to the body surface, while at larger distances from the leading edge (locations where β becomes small, the shock curvature effect increases the heating to the body surface. It is seen from eqn. (43) that the shock curvature cooling effect at the leading edge is small compared to its downstream heating effect (since the shock curvature term is multiplied by x). An important conclusion can be drawn from these findings, namely, for curved surfaces bodies of revolution, the longitudinal heat transfer distribution is more uniform than that for cones.

Calculations have shown that Stanton number distribution over parabolic arc body of revolution, Fig. (4) show very small deviations from those obtained for cone having semi-vertex angle equals to the leading edge semi-vertex angle of the parabolic arc body of revolution.

Substituting expressions (41) and (42) into eqn. (40) we get ;

where,

$$C_H = \bar{x} E_0\left(\beta, \theta, \theta_c, M_\infty, \frac{d\beta}{d\bar{x}}, \frac{T_w}{T_{0\infty}}\right) + E_1(\beta, \theta, \theta_c, M_\infty)$$

$$+ \frac{1}{\bar{x}} E_2\left(\beta, \theta, \theta_c, M_\infty, Pr, \frac{T_w}{T_{0\infty}}\right) \qquad (43)$$

$$E_0 = \frac{\sin(\beta-\theta)\cos\beta}{3\sin\theta_c} \cdot \frac{r_b \frac{d\beta}{d\bar{x}}}{\int_0^s \sqrt{1+\tan^2\theta}\, ds} \cdot \frac{(\gamma+1) M_\infty^2 \sin^2\beta}{(\gamma-1) M_\infty^2 \sin^2\beta + 2} \left[\left(1+\frac{T_w}{2T_{0\infty}}\right) \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \frac{4\cot\beta}{(\gamma-1) M_\infty^2 \sin^2\beta + 2} - \left(1+\frac{T_w}{T_{0\infty}}\right)\tan\beta \right] \qquad (44\text{-a})$$

$$E_1 = \frac{\sin(\beta-\theta)\cos\beta\left(1+\frac{T_w}{T_{0\infty}}\right)}{3\sin\theta_c}\left[r_b'(x)\frac{(\gamma+1) M_\infty^2 \sin^2\beta}{(\gamma-1) M_\infty^2 \sin^2\beta + 2} + \sin\beta\right] + \sin\beta \qquad (44\text{-b})$$

$$E_2 = \frac{\epsilon \sin\theta_c}{\sin(\beta-\theta)\cos\beta} \cdot \frac{\int_0^s \sqrt{1+\tan^2\theta}\, ds}{r_b} \left\{ \frac{\sin(\beta-\theta)\cos\theta}{\sin\theta_c} \cdot \left(1+\frac{T_w}{T_{0\infty}}\right)\left(1-\frac{T_w}{T_{0\infty}}\right) \right.$$

$$\left. + \left(\frac{1}{Pr}-1\right)\left[1-\frac{T_w}{T_0} - 2\cos^2\beta\right] \right\} \qquad (44\text{-c})$$

The contribution of the shock curvature term represented by E_0 to the body heating can be explained as follows :—

The vortex sheets (surfaces) eminating at the shock surface due to the Mach wave-shock wave interaction, act as extra means for heat convection between the body surface and the shock wave. For straight shocks $\left(\frac{d\beta}{dx} = 0\right)$, E = 0, and such additional heat transfer process no more exists.

V Heat Transfer to Cones

For cones it is assumed that $d\beta/dx = 0$, and hence, $E_0 = 0$. The expressions for E_1 and E_2 should be modified in such manner that, $\theta \rightarrow \theta_c$ and $\beta \rightarrow \beta_c$. Evaluation of the Stanton number for any cone is therefore straightforward.

Comparison of C_H given by the present method, with other methods[2,3] and experiments is shown in Fig. (3).

For non-slender cones ($\theta_c = 20°$) heat transfer results obtained by the present analysis are in good agreement with experiments for values of x as low as 10. For slender cones ($\theta_c = 5°$) this lower limit of x moves up to about 50.

The product $\bar{\rho}\ \bar{u}\ H$ takes the second degree form ;

$$\bar{\rho}\bar{u}\bar{H} = \bar{\rho}_s(\bar{x})\bar{u}_s(\bar{x})\bar{H}_o(\bar{x})\,\eta + \bar{\rho}_s(\bar{x})\bar{u}_s(\bar{x})\left[\bar{H}_s(\bar{x}) - \bar{H}_o(\bar{x})\right]\eta^2 \qquad (39)$$

Substituting eqns. (38) and (39) into eqn. (13) and making use of expressions (14-d), (14-f) and (17) we get :—

$$\left(1-\frac{1}{Pr}\right)\frac{\bar{\mu}_o}{Re\sin\beta}\frac{\partial\bar{H}}{\partial\eta}\Big|_o = \frac{Re}{3\sin\beta}\left(1+\frac{T_w}{2T_{o\infty}}\right)\frac{d}{d\bar{x}}\left(\bar{\rho}_s\bar{H}_s\right) + \frac{Re}{3\sin\beta}\left[\frac{\bar{r}_b'(\bar{x})}{\bar{r}_b} - \tan\beta\frac{d\beta}{d\bar{x}}\right]$$
$$\left(1+\frac{T_w}{T_{o\infty}}\right)\left(\frac{\bar{\rho}_s M_\infty^2}{2\epsilon}\right) + \frac{g(x)\cos\beta}{\bar{r}_b}\cdot\frac{M_\infty^2}{6\epsilon}\left(1+\frac{T_w}{2T_{o\infty}}\right) - \frac{1}{Re\sin\beta}\cdot\frac{g(x)\cos\theta}{\bar{r}_b}\cdot\frac{M_\infty^2}{2\epsilon}\left(1-\frac{T_w^2}{T_{o\infty}^2}\right)$$
$$+\frac{M_\infty^2}{2\epsilon} + \frac{\left(1-\frac{1}{Pr}\right)M_\infty^2}{2\epsilon Re\sin\beta}\left(1-\frac{T_w}{T_{o\infty}}\right) + \left(\frac{1}{Pr}-1\right)\frac{M_\infty^2\cos^2\beta}{\epsilon Re\sin\beta} \qquad (40)$$

where assumptions (i), (ii) and (iii) have been used in the derivation of the above equation. The Reynolds number appearing in the above equation, Re, may be written interms of the interaction parameter $\bar{x}$ and the body geometry as :—

$$Re = \frac{\bar{x}\sin(\beta-\theta)}{\epsilon\sec\beta\sin\theta_c}\cdot\frac{r_b}{\int_o^s\sqrt{1+\tan^2\theta}\,ds} \qquad (41)$$

It was shown[11] that the heat flux to the body surface is more adequately represented by a modified Prandtl number $Pr^* = (1 - Pr)/Pr$ rather than Prandtl number alone. Based on this fact, the Stanton number may be written in the form :—

$$C_H = \frac{2\epsilon\left(\frac{1}{Pr}-1\right)}{M_\infty^2 Re}\,\bar{\mu}_o\frac{\partial\bar{H}}{\partial\eta}\Big|_o \qquad (42)$$

where,

$$A = \frac{2}{\epsilon \sin(\beta_c - \theta_c) \tan \beta_c} \qquad (a)$$

$$B = \frac{\epsilon \cos \theta_c}{2M_\infty^2 \sin(\beta_c - \theta_c) \sin \theta_c \sin^2 \beta_c} + \frac{2\epsilon\left(1 - \frac{T_w}{T_{0\infty}}\right)}{\sin^2(\beta_c - \theta_c) \sin^2 \beta_c} \qquad (b) \qquad (36)$$

$$D = A\left(\frac{2}{\gamma+1} - \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2 \sin^2 \beta_c}\right) \qquad (c)$$

Eqn. (35) is a first order ordinary differential equation with variable coefficients whose solution is given by :—

$$\bar{p}_o(\bar{x}) = \frac{D}{A} + \left(\frac{B}{A-1}\right) \cdot \frac{1}{\bar{x}} \qquad (37)$$

It is clearly seen from the above equation, that the first term on the right hand side represents the inviscid solution while the second term represents the viscous interaction effects. Comparison of eqn. (37) with other methods[2,3] and experiments[4,10] is shown in Fig. (2). Good agreement with experiments are obtained for values of $\bar{x} > 2.0$.

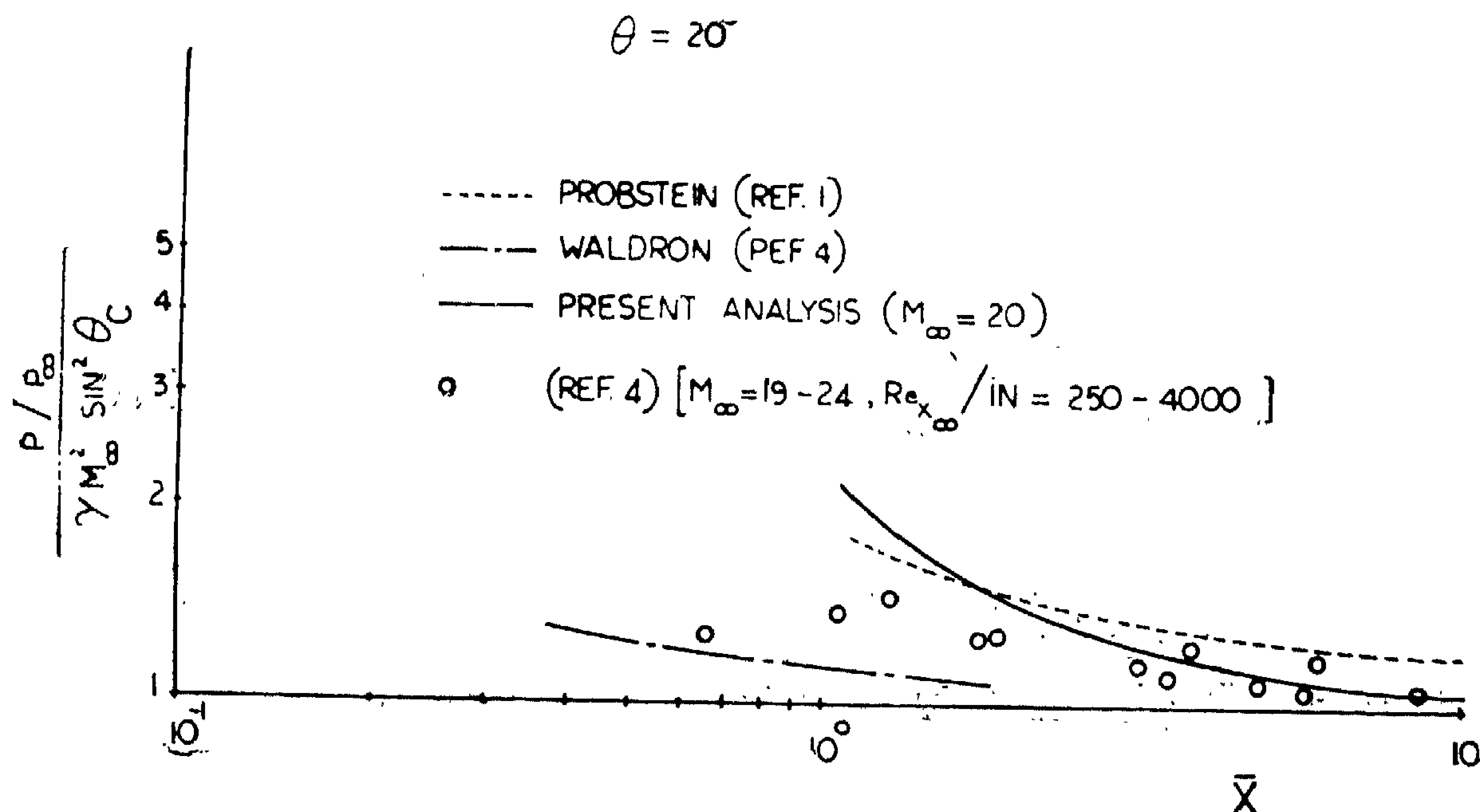


FIG. (2)

IV Heat Transfer to Arbitrary Bodies of Revolution

For a linear total enthalpy variation with η ; $\bar{H}(\bar{x}, \eta) = \bar{H}_o(\bar{x}) + [\bar{H}_s(\bar{x}) - H_o(\bar{x})]\eta$ **(38)**

whose solution ;

$$\beta(s) = \frac{1}{2}\left[\psi - \sqrt{\psi^2 + 4(I_s - I_b)}\right] \quad (34)$$

where,

$$\psi \equiv \frac{1.333}{0.333 + \frac{2\epsilon}{\gamma+1}} \quad ; \quad I_s \equiv \beta_c^2 \frac{1.333\,\beta_c}{0.333 + \frac{2\epsilon}{\gamma+1}}$$

$$I_b \equiv \frac{\epsilon}{0.333 + \frac{2\epsilon}{\gamma+1}}\left[r_b'^2(s) - r_b'^2(s=0) + \frac{1}{2} r_b(s)\, r_b''(s)\right]$$

In eqn. (34) the positive sign has been dropped out.

Now we have three equations, (25-a), (29) and (34) in the three unknowns p (x), g (x) and β (s). Therefore for an arbitrary body of revolution the pressure distribution can be calculated.

Although eqn. (25-a) is a first order differential equation with variable coefficients, whose class of equations posses a well known closed form solution, yet the present equation, due to the complicated functional forms of the coefficients becomes too difficult to solve analytically, but not formiadable. However eqn. (25-a) can be sloved numerically by one of the standard finite difference schemes, say they Runge-Kutta method, once the functional forms of Γ (x), $d\beta/dx$ (x) and r (x) are known.

In the Appendix, the expression for the shock curvature $d\beta/dx$ in terms of the interaction parameter $\bar{x}$ is determined. Also the coordinate system transformation relating $\bar{x}$ to s is established, thus defining the body surface equation and the shock inclination angle in terms of $\bar{x}$.

To start a numerical solution the initial values $\bar{p}$ ($\bar{x} = 0$) and p_o' ($\bar{x} = 0$) should be known apriori. Since the present method is valid only for moderate and high Repnolds number ranges, i.e. for values of $\bar{x}$ larger than one, the following approach is used.

For arbitrary body of revolution with pointed leading edge, a small portion of the body up to point s_i from the leading edge, Fig. (1) will be assumed to have conical forms. From the cone solution presented in the next section), the values of $\bar{p}_o$ (x_i) and $\bar{p}_o'$ are calculated. Those values are the initial strating point for the numerical scheme. It should be noted here that x_i is the value of the interaction variable x corresponding to s_i, which can be evaluated from eqn. (A-2). The choice of $\bar{x}_i$ or s_i depends upon the initial slope of the body surface. From the cone solution (presented in the next section) it is found that the present method gives results which are in good agreement with experiments for values of $\bar{x}$ as low as 2.0 (for pressure distribution calculations, while the lower bound of x for heat transfer calculations is different)

III Pressure Distribution over Cones

For cones in the hypersonic regime, the slight shock wave curvature due to viscos interaction effects may be neglected, and hence eqn. (2-a) reduces to :-

$$\bar{p}_o'(\bar{x}) + \frac{A}{\bar{x}}\,\bar{p}_o(\bar{x}) = \frac{B}{\bar{x}^2} + \frac{D}{\bar{x}} \quad (35)$$

Experimental observations reported by Freeman, et al[5] and Beavers[6] on the shock shapes over power law bodies of revolution with exponent n_b in the range $0 < n_b < 1$, also data reported by Kubota[7], show that, when the free stream Mach number is sufficiently large, the the shock wave shapes take power law forms with exponent n_s, where ;

$$n_s = {}_b \text{ for } \tfrac{1}{2} < n_b < 1.0$$

Consequently, or arbitrary bodies of revolution the above relation can be generalized by merely replacing Θ_c in the numerator by Θ, where Θ is the angle between the tangent to the body surface and the axis of symmetry at any station x, i.e. for arbitrary bodies of revolution we may use the relation;

$$g(x) = r_b(x) \cdot \frac{\sin(\beta - \theta)}{\sin \theta_c} \qquad (29)$$

Experimental data has shown a very small difference between the experimental shock wave shape (viscous) and that obtained by inviscid theoretical analysis[8]. Accordingly we are going to determine the shock shape in the following manner :—

For the non-viscous case, $Re \to \infty$, and eqn. (25-a) reduces to :—

$$\bar{p}_o'(\bar{x}) = 2\frac{d\beta}{d\bar{x}}\left[\frac{\cos\beta}{3\epsilon\sin^3\beta} - \frac{2}{(\gamma+1)\tan\beta} - \frac{1}{\tan\beta}\bar{p}_o(\bar{x})\right] \qquad (30)$$

Making use of the approximate Busemann relation, we get ;

$$\bar{p}_o(\bar{s}) = \frac{1}{\sin^2\beta}\left[r_b'^2(s) + \frac{1}{2} r_b(s) r_b''(s) + \frac{1}{\gamma M_\infty^2}\right] \qquad (31)$$

Substituting eqn. (31) into eqn. (30) we obtain after some lengthy but straightforward operations;

$$\frac{2}{3\epsilon}\ln\left(\frac{\sin\beta}{\sin\beta_c}\right) - \frac{2}{\gamma+1}\left(\sin^2\beta - \sin^2\beta_c\right) = \left(\tan^2\theta - \tan^2\theta_c\right) + \frac{1}{2} r_b(s) r_b''(s) \qquad (32)$$

where β_0 is the shock inclination angle at $x = 0$, which can be determined from any standard cone solution, for a leading edge semi-vertex angle Θ_c[8].

For values of β as large as 25°, the error by approximating $\sin\beta$ by β is 3.16%, moreover since $\beta < 1$, the logarithmic term in eqn. (32) can be expanded in series up to the second order term only. Taking these into considerations, the transcendental equation for eqn. (32) simpliies to the second order algebraic equation:—

$$\beta^2(s) - \frac{1.333}{0.333 + \frac{2(\gamma-1)}{(\gamma+1)^2}}\beta(s) - \left\{\beta_c^2 - \frac{1.333\,\beta_c}{0.333 + \frac{2(\gamma-1)}{(\gamma+1)^2}} - \frac{\epsilon}{0.333 + \frac{2(\gamma-1)}{(\gamma+1)^2}} \cdot \left[r_b'^2(s) - r_b'^2(s=0) + \frac{1}{2} r_b(s) r_b''(s)\right]\right\} = 0 \qquad (33)$$

As a consequence of the above statement, and due to assumption (i), the pressure field will be represented by ;

$$\bar{p}(\bar{x}, \eta) = \bar{p}_o(\bar{x}, \eta) + [\bar{p}_s(\bar{x}) - \bar{p}_o(\bar{x})]\eta \quad (24)$$

and hence eqn. (23) reads;

$$\bar{p}_o'(\bar{x}) + \left(\frac{2}{\tan\beta}\frac{d\beta}{d\bar{x}} + \frac{2\sin\beta}{\epsilon^2 Re \tan^2\beta}\right)\bar{p}_o(\bar{x}) = \frac{2}{\epsilon Re^2 \tan^2\beta}\left[\frac{\epsilon g(\bar{x})\cos\theta}{2 r_b(x) M_\infty^2} + \left(1 - \frac{T_w}{T_{o\infty}}\right)\right] + \left(\frac{2\sin\beta}{\epsilon^2 Re \tan^2\beta} - \frac{2}{\tan\beta}\frac{d\beta}{d\bar{x}}\right)\bar{p}_s(\bar{x}) - \bar{p}_s'(\bar{x}) + \frac{2\bar{\rho}_s \cos\beta}{3\epsilon \sin^3\beta}\frac{d\beta}{d\bar{x}} \quad (25)$$

where the non-dimensional pressure just be-hind the shock $\bar{p}_s(\bar{x})$ is determined from the oblique shock relations such as :—

$$\bar{p}_s(\bar{x}) = \frac{2}{\gamma+1} - \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2 \sin^2\beta} \quad (26)$$

and hence ;

$$\bar{p}_s'(\bar{x}) = \frac{2\epsilon}{\gamma M_\infty^2} \cdot \frac{-\cos\beta}{\sin^3\beta} \cdot \frac{d\beta}{d\bar{x}} \quad (27)$$

An order of magnitude analysis for arbitrary bodies of revolution shows that ;

and $$\cot\beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} \ll \frac{\sin\beta}{\epsilon^2 Re \tan^2\beta} \quad ; \quad \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2} \ll \frac{\bar{\rho}_s}{3\epsilon}$$

Eqn. (25) thus reduces to :—

$$\bar{p}_o'(\bar{x}) + \frac{2\sin\beta}{\epsilon^2 Re \tan^2\beta}\bar{p}_o(\bar{x}) = \frac{2}{\epsilon Re^2 \tan^2\beta}\left[\frac{\epsilon g(x)\cos\theta}{2 r_b(x) M_\infty^2} + \left(1 - \frac{T_w}{T_{o\infty}}\right)\right] + \frac{2\sin\beta}{\epsilon^2 Re \tan^2\beta}\left[\frac{2}{\gamma+1} - \frac{\epsilon}{\gamma M_\infty^2 \sin^2\beta}\right] + \frac{2\bar{\rho}_s \cos\beta}{3\epsilon \sin^3\beta}\cdot\frac{d\beta}{d\bar{x}} \quad (25\text{-a})$$

Eqn. (25-a) has three unknowns, namely, $\bar{p}_o(\bar{x})$; g (x) and β (x), therefore another two equations are needed, one for g (x) and the other for β (x).

For cones with conical shock waves, the following geometrical relation may be obtained;

$$g(x) = r_b(x) \cdot \frac{\sin(\beta - \theta_c)}{\sin\theta_c} \quad (28)$$

In the above enquations $\langle \; \rangle_0^1$ denotes average value of the quantity between brackets in the range of η from zero to one.

From body geometry we have ;

$$\left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 = \frac{\bar{r}_b'(\bar{x})}{2\bar{r}_b}\left[1 + \frac{1}{1 + \frac{\bar{g}(\bar{x})}{\bar{r}_b}\cos\beta}\right] \qquad (18)$$

$$\left\langle \ln \bar{r} \right\rangle_0^1 = \frac{1}{2}\left[\ln \bar{r}_b^2 \left(1 + \frac{\bar{g}(\bar{x})}{\bar{r}_b}\cos\beta\right)\right] \qquad (19)$$

In the hypersonic range, the shock layer is small, and hence ;

$$\frac{\bar{g}(\bar{x})}{\bar{r}_b}\cos\beta << 1$$

Expressions (18) and (19) thus reduce to;

$$\left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 \simeq \frac{\bar{r}_b'(\bar{x})}{\bar{r}_b} \qquad (20)$$

$$\left\langle \ln \bar{r} \right\rangle_0^1 \simeq \ln \bar{r}_b \qquad (21)$$

The problem now has reduced t oa solution of three linear ordinary first order differential equations with variable coefficients, namely, eqns. (11), (12) and (13).

II Pressure Distribution Over Arbitrary Bodies of Revolution :

Eqns. (11), (12) and (13) contain six unknowns, namely, F_1, F_2, ..., F_6. Since no additional equations can be obtained, therefore, simplifying assumptions have to be introduced.

Examination of expressions (14-a) and (14-c) shows that the two functions $F_1(\bar{x})$ and $F_3(\bar{x})$ can be related in the following manner:—

$$F_1(\bar{x}) = F_3(\bar{x}) + Q(\bar{x}) \qquad (22)$$

where the function $Q(\bar{x})$ is zero when the integrands $(\bar{\rho}\,\bar{u}^2)$ and $(\bar{\rho}\,\bar{u}\,\bar{v})$ are linear with η. In the hypersonic range, the shock layer is small, i.e. $g(x) << 1$ and hence to a reasonable degree of accuracy we can consider both $(\bar{\rho}\,u^2)$ and $(\bar{\rho}\,\bar{u}\,\bar{v})$ to be linearly dependent on η, and thus $Q(x) = 0$. Based on this assumption, eqns. (11) and (12) may be combined to give;

$$F_2'(\bar{x}) + \frac{2}{\tan\beta}\frac{d\beta}{d\bar{x}}F_2(\bar{x}) = \frac{1}{\tan^2\beta}\left[K_1(\bar{x}) - K_2(\bar{x}) + \frac{1}{\sin\beta\cos\beta}\frac{d\beta}{d\bar{x}}F_1(\bar{x})\right] \quad (23)$$

where

$$F_1(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{\rho}\,\bar{u}^2\,d\eta \qquad (a)$$

$$F_2(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{p}\,d\eta \qquad (b)$$

$$F_3(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{\rho}\,\bar{u}\,\bar{v}\,d\eta \qquad (c)$$

$$F_4(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{\rho}\,\bar{u}\,\bar{H}\,d\eta \qquad (d) \qquad (14)$$

$$F_5(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{\rho}\,\bar{v}^2\,d\eta \qquad (e)$$

$$F_6(\bar{x}) = \int_0^1 \bar{\rho}\,\bar{v}\,\bar{H}\,d\eta \qquad (f)$$

$$K_1(\bar{x}) = \frac{1}{Re^2}\left\langle\frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta}\right\rangle_0^1 \int_0^1 \bar{\mu}\frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta}d\eta - \frac{\sin\beta}{Re}\left[\bar{\rho}_s\bar{v}_s\bar{u}_s - \frac{\bar{\mu}_s}{Re\sin\beta}\frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta}\Big|_s + \frac{\bar{\mu}_o}{Re\sin\beta}\cdot\frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta}\Big|_o\right] \qquad (15)$$

$$K_2(\bar{x}) = \frac{\sin\beta}{Re}\left\{\frac{1}{\epsilon}\left[\bar{p}_o(\bar{x}) - \bar{p}_s(\bar{x})\right] - \bar{\rho}_s\bar{v}_s^2\right\} \qquad (16)$$

$$K_3(\bar{x}) = \frac{1}{Re^2}\left\langle\frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta}\right\rangle_0^1 \int_0^1 \bar{\mu}\frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta}d\eta - \frac{\sin\beta}{Re}\left[\bar{\rho}_s\bar{v}_s\bar{H}_s + \frac{\bar{\mu}_s(1-\frac{1}{Pr})}{Re\sin\beta}\cdot\frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta}\Big|_s + \left(\frac{1}{Pr}-1\right)\frac{\bar{\mu}_s M_\infty^2\cos^2\beta}{\epsilon Re\sin\beta}\frac{\partial}{\partial \eta}\left(\frac{\bar{u}^2}{2}\right)\Big|_s - \frac{\bar{\mu}_o(1-\frac{1}{Pr})}{Re\sin\beta}\cdot\frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta}\Big|_o\right] \qquad (17)$$

Equations (8), (9) and (10) will now be solved subject to the boundary conditions :—

$$\eta = 0 \qquad \bar{u} = \bar{v} = 0 \; ; \; \bar{p} = \bar{p}_0(\bar{x}) \; ; \; \bar{\rho} = \bar{\rho}_0(\bar{x}) \; ; \; \bar{H} = \bar{H}_0(\bar{x})$$

$$\eta = 1 \qquad \bar{u} = \bar{v} = 1 \; ; \; \bar{p} = \bar{p}_s(\bar{x}) \; ; \; \bar{\rho} = \bar{\rho}_s(\bar{x}) \; ; \; \bar{H} = \bar{H}_s(\bar{x})$$

The boundary conditions written above imply that the solutions obtained by the present method is strictly applied for moderate and high Reynolds numbers. For low Reynolds numbers (low density conditions) the slip and temperature jump effects at the wall and at the shock wave have to be considered.

Making use of the thin shock assumption, eqns. (8), (9) and (10) are integrated with respect to η, from $\eta = 0$ to $\eta = 1$, thus yields;

$$F_1'(\bar{x}) - \left[2 \tan\beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} - \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 \right] F_1(\bar{x}) = -\epsilon \tan^2\beta \, F_2'(\bar{x})$$

$$-2\epsilon \tan\beta \frac{d\beta}{d\bar{x}} F_2(\bar{x}) + K_1(\bar{x}) - \frac{\sin\beta}{Re} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 F_3(\bar{x}) \qquad (11)$$

$$F_3'(\bar{x}) + \left[\tan\beta(\cot^2\beta - 1)\frac{d\beta}{d\bar{x}} + \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 \right] F_3(\bar{x})$$

$$= K_2(\bar{x}) - \frac{\sin\beta}{Re} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 F_5(\bar{x}) \qquad (12)$$

$$F_4'(\bar{x}) + \left[\left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \right\rangle_0^1 - \tan\beta \frac{d\beta}{d\bar{x}}\right] F_4(\bar{x}) = K_3(\bar{x})$$

$$- \frac{\sin\beta}{Re} \left\langle \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \right\rangle_0^1 F_6(\bar{x}) \qquad (13)$$

Also, introducing the non-dimensional dependent variables $\bar{u}, \bar{v}, \bar{p}, \bar{\rho}, \bar{\mu}$, $\bar{r}$ and $\bar{H}$, such as;

$$\bar{u} = \frac{u}{U_\infty \cos\beta} \; ; \quad \bar{v} = \frac{v}{\epsilon U_\infty \sin\beta} \; , \quad \bar{p} = \frac{p}{\rho_\infty U_\infty^2 \sin^2\beta} \; , \quad \bar{\rho} = \frac{\epsilon \rho}{\rho_\infty}$$

$$\bar{\mu} = \frac{\mu}{\mu_{0\infty}} \; ; \quad \bar{r} = \frac{\rho_\infty U_\infty r}{\mu_\infty} \; ; \quad \bar{H} = \frac{H}{\epsilon a_\infty^2}$$

The reference velocities as shown above are so chosen in order that the non-dimensional velocity components u and v become unity at the shock. This will greatly simplify the mathematics, as will be seen later Eqns. (5), (6) and (7) may be written in the non-dimensional form ;

$$\frac{R_e}{\sin\beta}\left[\frac{\partial}{\partial \bar{x}}(\bar{\rho}\bar{u}^2) + \epsilon \tan^2\beta \frac{\partial \bar{p}}{\partial \bar{x}} + 2\tan\beta \frac{d\beta}{d\bar{x}}(\epsilon \bar{p} - \bar{\rho}\bar{u}^2)\right]$$

$$+ \frac{\partial}{\partial \eta}\left(\bar{\rho}\bar{u}\bar{v} - \frac{\bar{\mu}}{R_e \sin\beta}\frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta}\right) = \frac{R_e}{\sin\beta}\bar{\rho}\bar{u}^2 \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} - \left(\bar{\rho}\bar{u}\bar{v} - \frac{\bar{\mu}}{R_e \sin\beta}\frac{\partial \bar{u}}{\partial \eta}\right)\cdot\frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \quad (8)$$

$$\frac{R_e}{\sin\beta}\frac{\partial}{\partial \bar{x}}(\bar{\rho}\bar{u}\bar{v}) + \frac{R_e}{\cos\beta}\bar{\rho}\bar{u}\bar{v}(\cot^2\beta - 1)\frac{d\beta}{d\bar{x}} + \frac{\partial}{\partial \eta}\left(\bar{\rho}\bar{v}^2 + \frac{\bar{p}}{\epsilon}\right)$$

$$= -\frac{R_e}{\sin\beta}\bar{\rho}\bar{u}\bar{v}\frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} - \bar{\rho}\bar{v}^2 \frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta} \quad (9)$$

$$\frac{R_e}{\sin\beta}\frac{\partial}{\partial \bar{x}}(\bar{\rho}\bar{u}\bar{H}) - \frac{R_e}{\cos\beta}(\bar{\rho}\bar{u}\bar{H})\frac{d\beta}{d\bar{x}} + \frac{\partial}{\partial \eta}\left[\bar{\rho}\bar{v}\bar{H} + \frac{(1-\frac{1}{P_r})\bar{\mu}}{R_e \sin\beta}\frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta}\right.$$

$$\left. + \left(\frac{1}{P_r} - 1\right)\frac{\bar{\mu} M_\infty^2 \cos^2\beta}{\epsilon R_e \sin\beta}\cdot\frac{\partial}{\partial \eta}\left(\frac{\bar{u}^2}{2}\right)\right] = \left(\frac{\bar{\mu}}{R_e \sin\beta}\frac{\partial \bar{H}}{\partial \eta} - \bar{\rho}\bar{v}\bar{H}\right)\frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \eta}$$

$$- \frac{R_e}{\sin\beta}(\bar{\rho}\bar{u}\bar{H})\frac{\partial \ln \bar{r}}{\partial \bar{x}} \quad (10)$$

y-momentum

$$\rho u \frac{\partial v}{\partial x} + \rho v \frac{\partial v}{\partial y} = - \frac{\partial p}{\partial y} \tag{3}$$

energy

$$\rho u \frac{\partial H}{\partial x} + \rho v \frac{\partial H}{\partial y} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial y}\left(r \mu \frac{\partial H}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left[\left(\frac{1}{P_r} - 1\right)\mu \frac{\partial}{\partial y}\left(H - \frac{u^2}{2}\right)\right] \tag{4}$$

where (x,y) is a body oriented coordinate system, shown in Fig. (1) In the above system of equations, the transverse momentum equation has been recovered, since in the present case the variation of pressure in the y-direction is considerable.

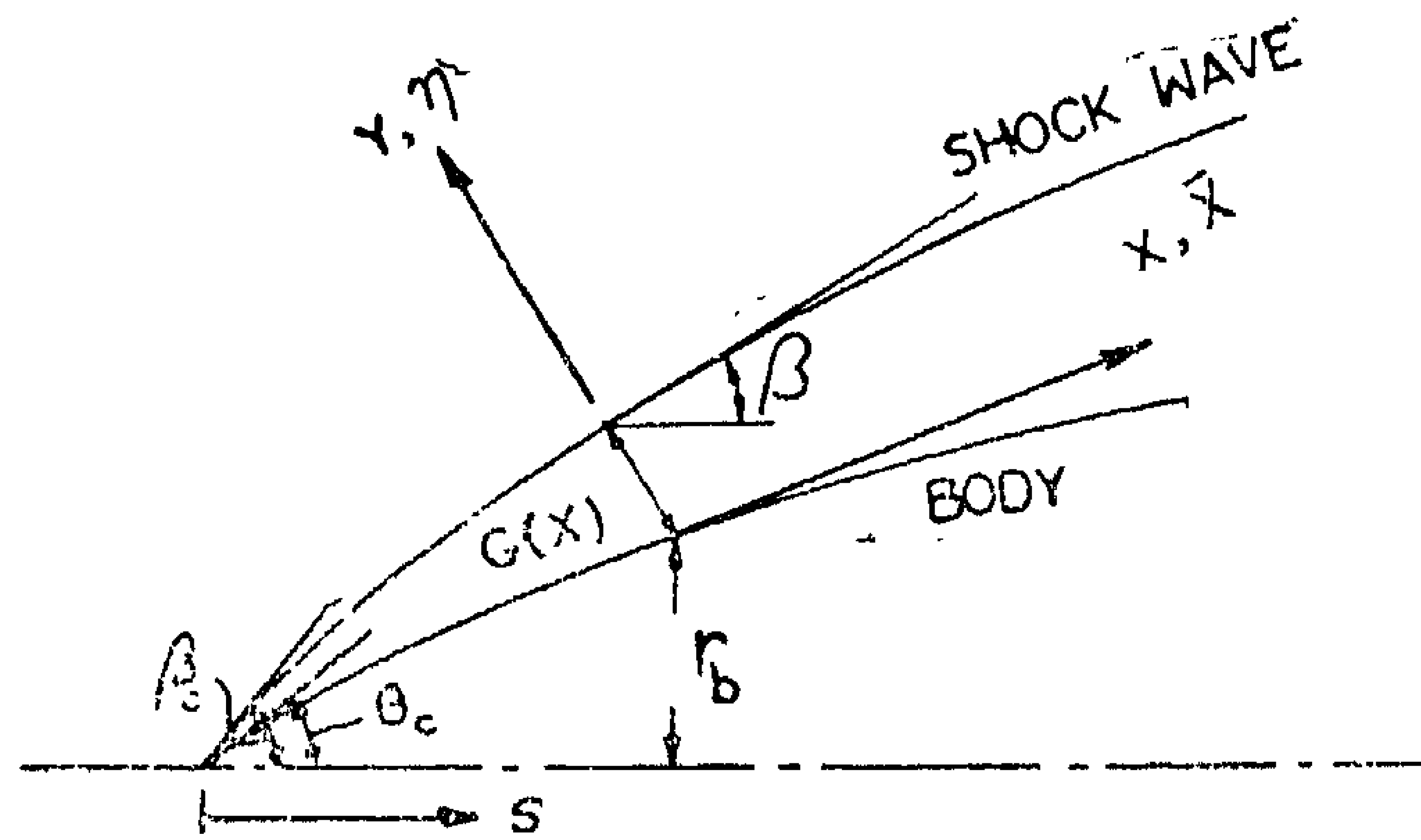


FIG I BODY ORIENTED COORDINATE SYSTEM

Making use of eqn. (1), eqns. (2), (3) and (4) may be written in the divergence form ;

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2 + p) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho u v - \tau) = \frac{\rho u^2}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial x} - (\rho u v - \tau)\frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial y} \tag{5}$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u v) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v^2 + p) = -\frac{\rho u v}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial x} - \frac{\rho v^2}{r} \cdot \frac{\partial r}{\partial y} \tag{6}$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u H) + \frac{\partial}{\partial y}\left[\rho v H + \left(\frac{1}{P_r} - 1\right)\mu \frac{\partial H}{\partial y} + \left(\frac{1}{P_r} - 1\right)\mu \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{u^2}{2}\right)\right]$$

$$= \left(\mu \frac{\partial H}{\partial y} - \rho v H\right)\frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial y} - (\rho u H)\frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial x} \tag{7}$$

Introducing, the non-dimensional independent variables x and η, where;

$$\bar{x} = \frac{\epsilon \rho_\infty U_\infty x \sec \beta}{\mu_\infty} \qquad \eta = \frac{y}{g(x)}$$

mathematical simplifications, in th sense that the flow parameters just behind the shock are not affected by the detail of the shock structure. This concept is actually valid as long as, i—the shock transition zone is sufficiently thin which implies that $1/Re_L << 1$, $1/M^2 \infty << 1$ and $<< 1$; ii-the lateral extent of the disturbed flow region is small compared to a body characterestic length.

The second order boundary layer effects (external vorticity, velocity slip and temperature jump, longitudinal and transverse curvatures) are all present in the hypersonic shock layer around bodies of revolution. These second order effects, except the velocity slip and temperature jump are not independent from each other. There are several mathematical methods of solution that can deal with such problems, of which we mention, local similitude, truncated series, and integral methods. It is our belief that the later method possesses more generality and accuracy than the other two methods.

In the present analysis an integral method is employed. The velocity slip and tempaerature jump conditions are relaxed, since, they are of secondary importance in the range of application sought.

Two conditions have to be satisfied in order that the boundary layer equations may give adequate results. Those two conditions are $\delta/r_b << 1$ and $\frac{\partial}{\delta x} << \frac{\partial}{\partial y}$. Accordingly, application of the boundary layer equations in the present problem should yield more accurate results for non-slender bodies than for slender bodies.

Two principle models have been used to solve the present problem, the viscous-inviscid interaction model[1,2] and the viscous layer model[3,4]. The models cited in references (1-4) show that for mederate and high Reynolds numbers, the pressure distribution over cones deviates considerably from experimental results.

ANALYSIS

I. Governing Equations of Motion

In the flow regime where the hypersonic similarity parameter $M\infty\Theta_c$ is of the order of magnitude of unity or larger, the shock layer width (in the lateral direction) becomes very small compared to a body characterestic length. In such case the following assumptions may adequately describe the flow field ; (i) the flow parameters u,v,p, and H are considered as linear functions of the non-dimensional normal coordinate η, (ii) $\bar{\mu}_s = 1$, which states that the coefficient of viscosity just behind the shock equals the free stream stagnation coefficient of viscosity, and (iii) the shock process is considered to be isentropic, i.e. $H_s = H\infty = M^2\infty/2\,\varepsilon$.

Now the equations of motion for axially symmetric flow around bodies of revolution are :—

continuity,

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u r) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v r) = 0 \qquad (1)$$

x-momentum

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial y}\left(r\mu\frac{\partial u}{\partial y}\right) \qquad (2)$$

NOMENCLATURE

a_∞	free stream speed of sound
C_H	Stanton number
$g(x)$	shock layer thickness measured in body oriented coordinate system
H	stagnation enthalpy
M_∞	free stream Mach number
Pr	Pradtl number
p	static pressure
Re	Reynolds number = $\frac{\rho_\infty U_\infty g(x)}{\mu_\infty}$
r	distance from axis of symmetry
r_b	distance from axis of symmetry to body surface
r_s	distance from axis of symmetry to shock surface
u	velocity component in x direction
v	velocity component in y or direction
x	non-dimensional shock oriented Co-ordinate.
y	shock oriented normal coordinate
β	shock inclination angle
Θ_c	cone semi-vertex angle
η	non-dimensional normal coordinate
ε	limiting value of density ratio across normal shock $\frac{\gamma - 1}{\gamma + 1}$
γ	density
ρ	specific heat ratio
γ	coefficient of viscosity
τ	shear stress

Superscripts

—	non-dimensional qunatities
( )	differentiation with respect to quantity between brackets

subscripts

o	condition at the body surface
s	condition just behind the shock surface

INTRODUCTION

At low and moderate supersonic regimes the distance between the body surface and the shock wave is large. In such case the viscosity influence appears only near the surface, and the shock layer can be considered as composed of two domains : viscous domain (boundary layer) near the wall, and inviscid domain, (between the boundary layer edge and the shock wave). In this case the contribution of the viscous layer to the aerodynamic characterestics of the body is negligible compared to that of the inviscid flow. As the flight Mach number increases, the shock wave comes closer to the body surface, the condition that allows the viscous layer to merge through the shock layer, and hence the viscous-inviscid flow model is no longer valid.

Near the leading edge, Reynolds number is small and thus the flow is in the free moleculedomain. Further downstream, the Reynolds number still not large enough and therefore δ/r_b is not not small. In such conditions the Navier-Stokes equations rather than the boundary layer equations have to be used. However, for bodies with small streamwise curvature where $\frac{\delta}{\delta x} << \frac{\delta}{\delta y}$, the boundary layer equations can be utilized.

The domain of applicability of the Navier-Stokes equations extends beyond the continuous flow regime. Their solution, or the solution of their reduced form (boundary layer equations) gives quite accurate results in the moderate Reynolds number range when appropriate boundary conditions that account for velocity slip and temperature jump at the body and the shock surfaces are taken. For hypersonic flow over bodies of revolution the thin shock layer concept introduces considerable

HYPERSONIC VISCOUS FLOW OVER BODIES OF REVOLUTION

By

Dr. MOHAMED NABIH WAGDI

Lecturer, Dept. of Aeronautical Eng.,
Faculty of Engineering,
University of Cairo

SUMMARY

An analytical study of hypersonic viscous flow over pointed bodies of revolution is presented. Solutions describing the pressure distribution and heat transfer to cones as well as to arbitrary bodies of revolution are obtained. The viscous layer approach has been used, together with the thin shock layer concept. The present analysis is general, in the sense that the transverse curvature effect and the energy equation diffusion term are taken into consideration.

An integral approach is utilized in the present analysis where the general equations of motion are written in a non-dimensional divergence form, which when integrated across the shock layer reduce to a system of first order ordinary differential equations.

For arbitrary bodies of revolution (other than conical bodies) the shock wave curvature effects on the pressure and heat transfer distributions appear as separate terms superimposed on the conical solutions. It is shown that the shock curvature may increase or decrease the heat transfer to the body surface according to whether ;

$$\frac{4}{[(\gamma-1)M_\infty^2 \sin^2\beta+2]\tan^2\beta} \gtrless \frac{1+\frac{T_w}{T_{o\infty}}}{1+\frac{T_w}{2T_{o\infty}}}$$

Such criterion depends entirely on the free streatm Mach number and the body leading edge semi-angle.

The pressure distribution over cones obtained by the present method is in good agreement with experiments for values of the interaction parameter $\bar{x}$ as low as 2.0 ; while the Stanton number distribution over non-slender cones obtained by the present method is in good agreement with experiments for values of the interaction parameter x of 10 and higher.

The heat transfer results obtained for cones with larger vertex angles are in better agreement with experimental values than those for smaller angles.

Therefore, $C_1 = -A(\infty, s)$ from 1st boundary condition,

$C_2 = (m_1/m_2)\ A(\infty, s)$
from 2nd boundary condition.

The final result after integrating and rearranging is

$$\frac{p(x, s)}{P_0} = \frac{\text{Exp}(m_2 x)}{m_2 - m_1}$$
$$\left[\left\{ \text{Exp}(-m_2 x_0) \cdot \left(V + \nu m_2 + \frac{s}{m_1}\right) - \frac{s}{m_2} \right. \right.$$
$$- (m_1/m_2) \left\{ \text{Exp}(-m_1 x_0) \cdot \left(V + \nu m_1 \right. \right.$$
$$\left. \left. + \frac{s}{m_1}\right) - \frac{s}{m_1} \right\} \left. \right\} \Big]$$

In order to get the pressure frequency response we set $s = 2\pi fi$, where f is the frequency. Since we are only interested in the amplitude of p (x, f), the R.H.S. of the last equation is written as a complex quantity (M + i N), where M and N are real. The normalized amplitude is then given by :

$$\frac{|p(x,f)|}{P_0} = \sqrt{M^2 + N^2}$$

One run of calculation is carried out on the Eurocomp digital computer and the results are shown in Fig. (6) and (7).

It is seen from Fig. (6) that the variation of $\log_{10} \frac{|p|}{P_0}$ with the distance, x, from the burst site is almost a straight line for one frequency. This means ; the pressure varies exponentially which in turn means that the damping effects of viscosity or the effects of the local wind velocity are not significant for the particular run of calculation. It also shows that those components of the wave having the smaller frequencies are propagated farther than those corresponding to higher frequencies. This was expected since wave of small frequencies, and thus longer wavelengths, have more energy associated with them than waves of shorter wavelengths.

Since the sensitivity of the recording device depends on the frequency of the measured amplitude and on the natural frequency of the device, then these results can act as a guide for the selection of the recording device. If this device is located near a noise producing element, then care must be taken in order not to confuse the observer, since this noise may be produced at a frequency corresponding to the coming pressure wave or even to the natural frequency of the recording device.

For the variation of pressure with time, the inversion theorem of the Laplace Transform may be used. This, with the utilization of the second model for the pressure build-up will be the subject of a following paper.

REFERENCES

1. Banister, R.J., and L.J. Vortan, "Effects of a Precursor Shock Wave on Blast Loading of a Structure," Sandia Corporation, October 1960, WT-1472.
2. Grad, H., "Shock Wave Structure," Comm. Pure Appl. Math., Aug. 1952.
3. Brinkley, S.R., Jr., and J.G. Kirkwood, "Theory of the Propagation of Shock Waves," Phys. Rev., 71,606 (1947); 72, 1109 (1947).
4. Goldstine, H. H., and J. Von Neumann, "Blast Wave Calculations," Comm. on Pure and Appl. Math., 8,327 (1955).
5. "The Effects of Nuclear Weapons" U.S.A.E.C., April 1962.



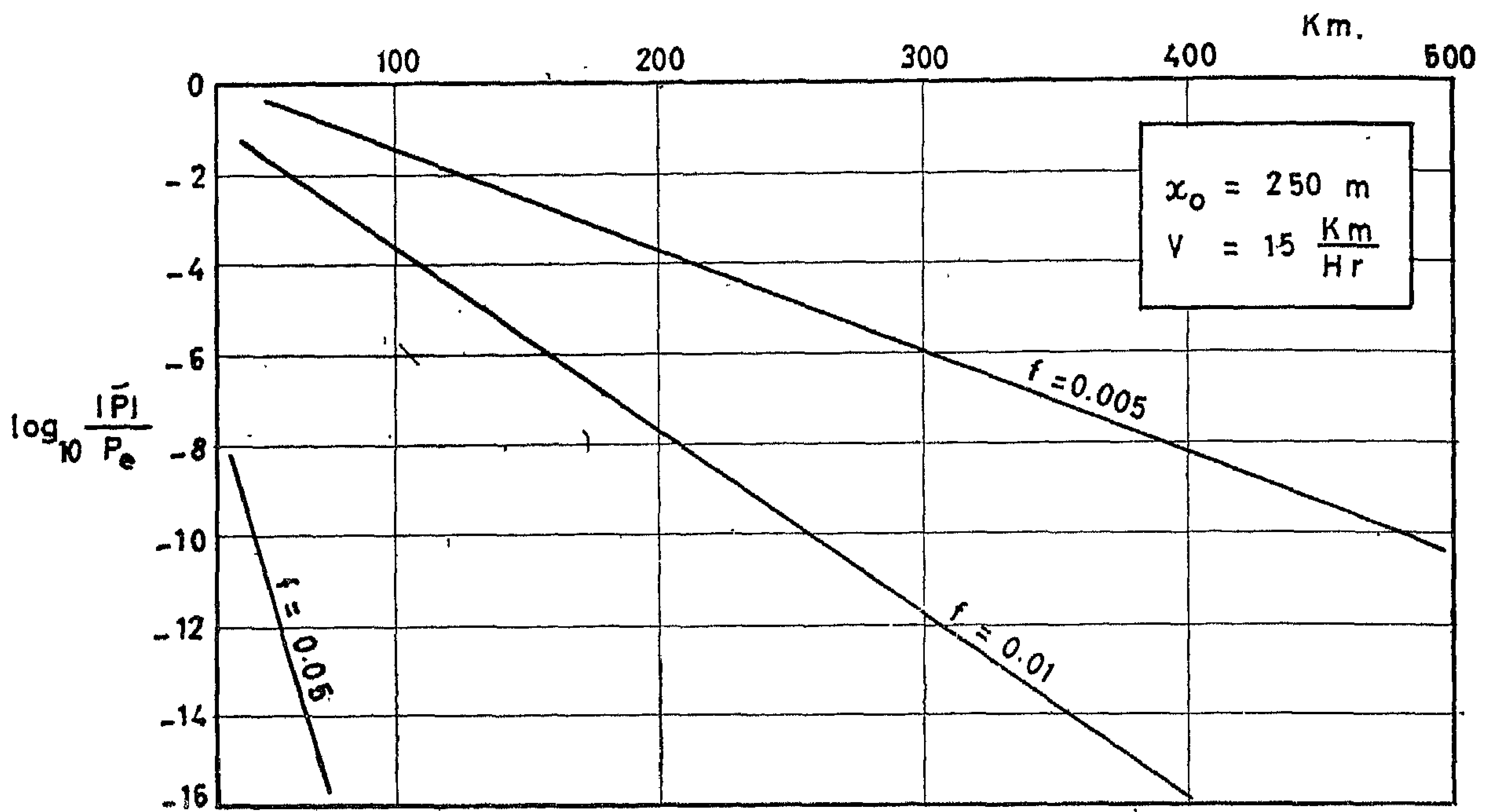


FIG. 6 _ VARIATION OF PRESSURE AMPLITUDE WITH DISTANCE FROM GROUND ZERO

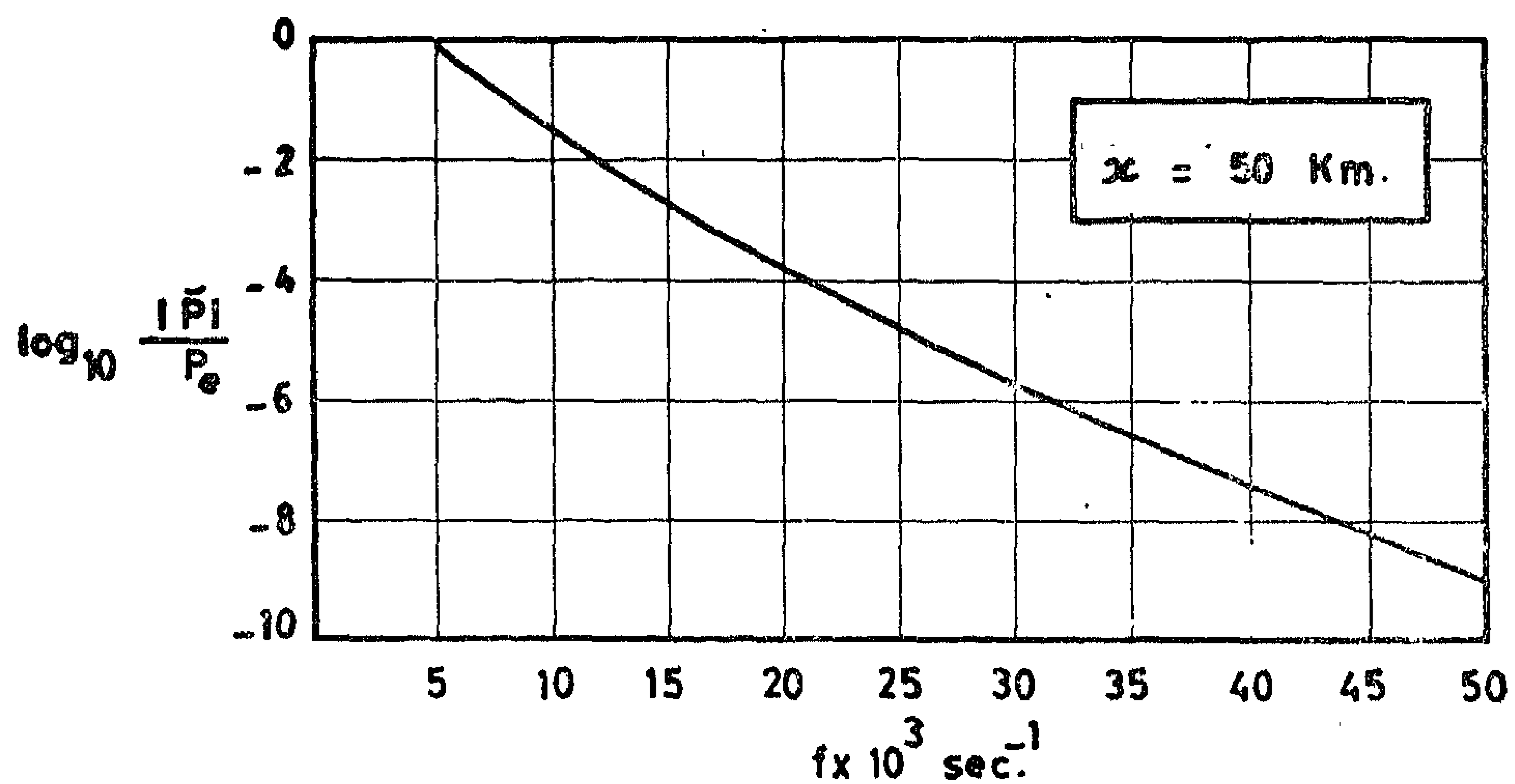


FIG. 7_ VARIATION OF PRESSURE AMPLITUDE WITH FREQUENCY AT 50 KM FROM G.Z.

where p (x, 0) and u (x, 0) are the initial pressure and velocity at the start of propagation, and s the Laplace Transform parameter.

At the instant the wave front starts to travel away from the explosion site a region of extremely high pressure will have been already formed. The extent of this region as well as the maximum value of the pressure inside it depends on the yield of the burst, W, and on the characteristic time, t_o, of the explosion. Two simple models are possible for the maximum pressure within the fireball ; the first is that the entire region is at uniform pressure P_o before the onset of propagation ; the second model assumes a linear building up of the pressure inside the fireball till the maximum value P_o is attained at the end of the characteristic time t_o. We shall consider the first model and comment on the second at the end of the paper.

The initial pressure p (x, 0) according to the first model can be represented by

$$p(x,0) = P_o \{ 1 - H(x - x_o) \} = f(x) \quad (12)$$

where the Heaviside function $H(x - x_o)$ is defined by

$$H(x - x_o) = 1 \quad \text{for} \quad x \geqslant x_o$$

$$H(x - x_o) = 0 \quad \text{for} \quad x < x_o$$

The initial condition on the velocity is logically

$$u(x, 0) = 0$$

With these conditions, equations (9) and (10) are written as

$$\frac{d\bar{u}}{dx} = K f(x) - K s \bar{p} \quad (13)$$

$$\rho s \bar{u} + \rho V \frac{d\bar{u}}{dx} + \frac{d\bar{p}}{dx} = \mu \frac{d^2\bar{u}}{dx^2} \quad (14)$$

Eliminating u between equations (13) and (14) we get

$$\frac{d^2\bar{p}}{dx^2} - \frac{sV}{c_o^2 + \nu s}\frac{d\bar{p}}{dx} - \frac{s^2}{c_o^2 + \nu s}\bar{p} = F(x) \quad (15)$$

where

$$F(x) = \frac{P_o}{c_o^2 + \nu s}\{ V \delta(x - x_o) - \nu \delta'(x - x_o) - s f(x) \}$$

$\delta(x - x_o)$ = Dirac delta function

$\delta'(x - x_o)$ = Unit Doublet function

The general solution of equation (15) is obtained by the method of variation of parameters. It gives.

$$\bar{p}(x,s) = \text{Exp}(m_1 x)\{ C_1 + A(x,s) \} + \text{Exp}(m_2 x)\{ C_2 + B(x,s) \}$$

where

$$A(x,s) = \frac{-1}{m_2 - m_1}\int_{e}^{x} F(x)\,\text{Exp}(-m_1 x)\,dx$$

$$B(x,s) = \frac{-1}{m_2 - m_1}\int_{o}^{x} F(x)\,\text{Exp}(-m_2 x)\,dx$$

and,
$$m_{1,2} = \frac{1}{2}\left\{ \frac{sV}{c_o^2 + \nu s} \pm \sqrt{\frac{s^2V^2}{(c_o^2 + \nu s)^2} + \frac{4s^2}{c_o^2 + \nu s}} \right\}$$

And, C_1 and C_2 are arbitrary constants to be determined from the following transformed boundary conditions :

1 — Far ahead of the shock wave the air is undisturbed, thus

$$\bar{p}(\infty, s) = 0$$

2 — From symmetry consideration

$$\frac{d\bar{p}}{dx}(0,s) = 0$$

This assumes that the Mach region starts from ground zero.

Now, since $m_2 < 0$, then $\text{Exp}(m_2 x) \to 0$ as $x \to \infty$

and, since $m_1 > 0$, then $\text{Exp}(m_1 x) \to \infty$ as $x \to \infty$

When the blast wave strikes a flat surface, such as that of a structure, at normal incidence, i.e., head on, the instantaneous (peak) value of the reflected overpressure, p_r, is given by

$$p_r = 2\,p + (k + 1)\,q,$$

and using equation (3), this becomes

$$P_r = p\,\frac{4\,kP_o + (3k - 1)\,p}{2\,kP_o + (k - 1)\,p} \qquad (4)$$

It can be seen from equation (4) that the value of p_r approaches 8p for very large values of the incident overpressure and dynamic pressure (strong shocks), and tends toward 2p for small overpressures and small dynamic pressures (weak shocks). It is evident that the increase of the reflected overpressure above the expected value of twice the incident value, i.e., 2p, is due to the dynamic (or wind) pressure. The reflected overpressure arises from the change of momentum when moving air changes direction as a result of striking the surface.

Equations (1) to (4) give the peak values of the various blast wave parameters at the shock front. As mentioned earlier, the overpressure and the dynamic pressure both decrease with time, although at different rates. We now solve for the overpressure as a function of time or frequency at any distance from ground zero and within the Mach region. The Navier-Stokes' equations are simplified according to the following assumptions :

1 — As mentioned earlier, the direction of propagation in the Mach region is nearly horizontal; in addition, the propagation is symmetrical around a vertical axis through ground zero. Therefore the problem is reduced to a one-dimensional radial propagation.

2 — As the wave travels far away from ground zezro its front becomes flatter with diminishing curvature. Therefore we can assume that the propagation is along a plane front.

3 — The air is treated as semi-compressible, i.e., its density is considered time — variable in the continuity equation, but is taken constant in the momentum equation.

4 — The air ahead of the shock has constant properties, such as viscosity and speed of sound.

The Navier-Stokes' equations pertinent to the above assumptions are :

Continuity :
$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \qquad (5)$$

Momentum :
$$\rho\frac{\partial u}{\partial t} + \rho u\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial x} = \mu\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad (6)$$

State :
$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial t} = K\frac{\partial p}{\partial t} \qquad (7)$$

where K is the coefficient of isothermal compressibility and is related to the speed of sound, c_o, by the relaltionship.

$$c_o^2 = \frac{1}{\rho K}$$

In order to find the frequency response of the pressure function, it is customary to use the Laplace Transform technique, however, equation (7) in its present form is non-linear. One additional assumption is made in order to linearize equation (7). This is done by replacing the non-linear convective acceleration term u du/dx by V du/dx, where V is a local constant and may represent the wind velocity ahead of the shock.

Eliminating ϱ between equations (5) and (7) yields

$$K\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \qquad (8)$$

Operating on equation (6), after lineariazation, and equation (8) by the Laplace Transformation, we get

$$K\,s\,\bar{p}\,(x,s) - K\,p\,(x,0 + \frac{d\bar{u}}{dx} = 0 \qquad (9)$$

and

$$\rho\,s\,\bar{u}\,(x,s) - \rho\,u\,(x,0) + \rho\,V\frac{d^2u}{dx} + \frac{\bar{}}{dx} = \mu\frac{du}{dx^2}\bar{}\,dp\bar{} \qquad (10)$$

ANALYSIS

In the general case where a shock of variable strength travels into a region of variable fluid properties, the shock will travel with variable speed and the fluid particles aft of the shock will have variable properties from instant to instant. Within the shock wave all fluid properties change continuously. A complete analysis should recognize this state of affairs and the viscous and heat conduction effects should go with it. Only under greatly simplifying assumptions, however, and only with considerable mathematical complexity, can the conditions within the shock wave be solved for (2).

From apractical point of view, on the other hand, it is almost never necessary to take account of conditions within the shock wave. Theoretical analysis indicates that the shock wave thickness is of the order of only a few mean-free-molecular-path lengths. As a result of this, we may assume for purposes of calculation that the shock wave is so thin that it may be replaced by a simple model in which all fluid properties change discontinuously across a mathematical line (shock wave). In this case we only need to consider conditions fore and aft of the shock wave. Although viscous stresses and heat transfer are significant within the wave, the change from the initial to the final conditions of the discontinuity may be treated as occuring without external friction and heat transfer, because the shock zone is so thin that heat transfer and friction from bodies external to the gas stream are negligibly small.

Furthermore, the phenomenon of a moving shock wave could be reduced to one of steady flow. Hence, if the observer moves with the shock, and if the continuity, momentum, and energy equations are written for a control surface which encloses only the shock, the unsteady-flow terms pertaining to the time rates of change of mass, momentum and internal plus kinetic energy within the control volume are equal to zero. From this it follows that the steady-flow relations are applicable to the states on the two sides of the variable shock. We conclude, therefore, that the flow through a shock discontinuity may be considered as quasi-steady, i.e. it may be treated as though it were steady at each instant of time, in terms of the properties seen by an observer to whom the shock is stationary.

The blalst wave properties in the region of regular reflection are somewhat complex and depend on the angle of incidence of the wave with the ground and the overpressure. For a contact surface burst, when there is but a single hemospherical (fused) wave, and in the Mach region below the triple point path for an air burst, the various blast wave characteristics at the shock front are uniquely related by the Rankine-Hugoniot equations. It is for these conditions, in which there is a single shock front, that the following results are applicable.

The shock velocity, U_s, is expressed by :

$$U_s = c_o \left(1 + \frac{k+1}{2k} \frac{p}{p_o}\right)^{1/2} \qquad (1)$$

where c_o is the ambient speed of sound (ahead of the shock), p is the peak overpressure (behind the shock), p_o is the ambient pressure (ahead of the shock) and k is the ratio of the specific heat of the medium, i.e., air.

The particle velocity (or peak wind velocity behind the shock front), u, is given by

$$u = \frac{c_o\, p}{k\, P_o} \left(1 + \frac{k+1}{2k} \frac{p}{P_o}\right)^{-1/2} \qquad (2)$$

The dynamic pressure, q, is defined by
$q = \frac{1}{2} \varrho u^2$

and the introduction of the appropriate Rankine-Hugoniot equation leads to the relation

$$q = \frac{p^2}{2 k P_o + (k - 1) p} \qquad (3)$$

between the peak dynamic pressure in air and the peak overpressure and ambient pressure.

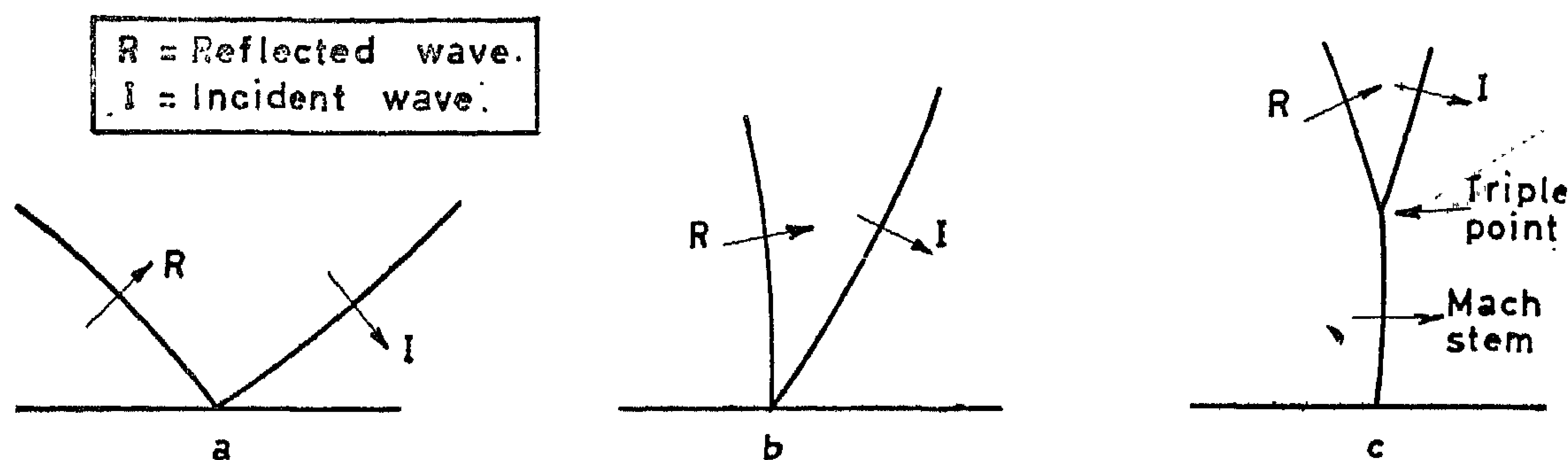


FIG. 4.

Fusion of the incident and reflected waves and formation of the Mach stem.

Fig. 4a represents the situation at point A in Fig. 1. At a later stage, farther from ground zero, as in Fig. 4b, the steeper front of the reflelcted wave shows that it is traveling faster than, and is overtaking, the incident wave. At the stage represented by Fig. 4c, the reflected wave near the ground has overtaken and fused with the incident wave to form a single front called the "Mach stem". The point at which the incident wave, reflected wave, and Mach fronts meet is called the "triple point"@. As the reflected wave continues to overtake the incident wave, the triple point rises and the height of the Mach stem increases (Fig. 5). Any object located at/or above the ground, within the Mach region and below the triple point path, will experience a single shock. At points in the air above the triple point path, such as an aircraft or at the top of a high building, two pressure increases will be felt. The first will be due to the incident blast wave and the second, a short time later, to the reflected wave. When a weapon is detonated at the surface, i.e., in a contact surface burst, only one pressure increase will be observed either on or above the ground.

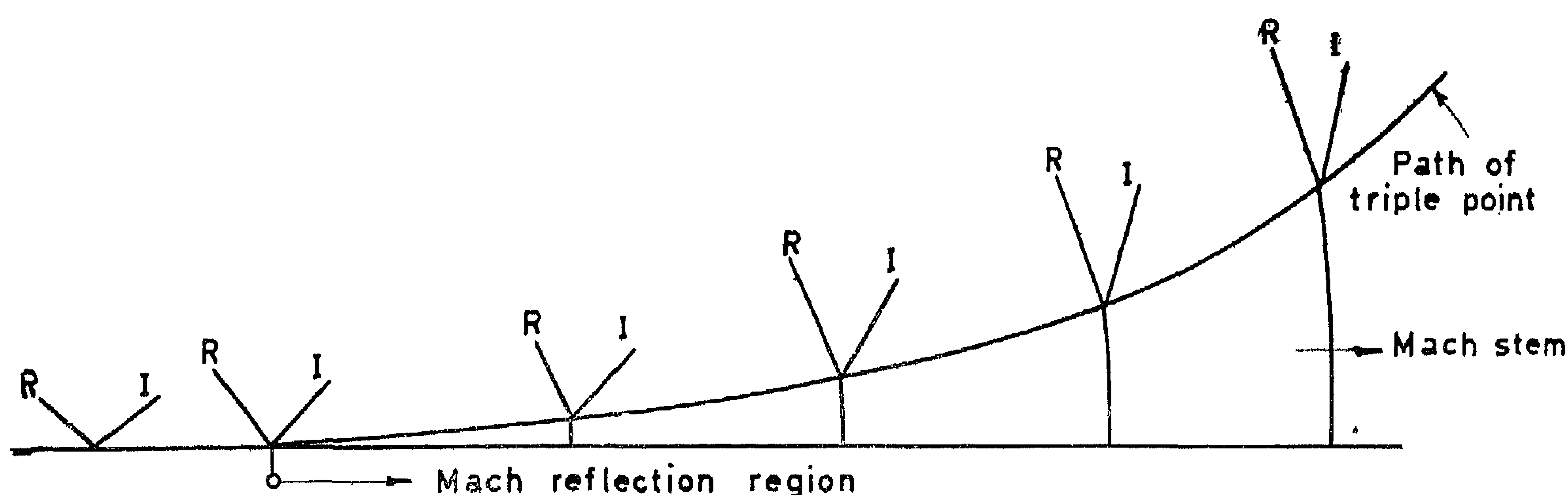


FIG. 5

Outward motion of the blast wave near the surface in the Mach region.

* At any instant the so-called «triple point» is not really a point, but a horizontal circle with its center on the vertical line through the burst point.

Consequently, the value of the overpressure thus experienced at the surface is generally considered to be entirely a reflected pressure. In the region near'ground zero' @, this total reflected overpressure will be more than twice the value of the peak overpressure of the incident blast wave. The exact value of the peak reflected pressure will depend on the strength of the incident wave and the angle at which it strikes the surface. The variation in overpressure with time, as observed at a point actually on the surface not too far from ground zero, such as A in Fig. 1, is depicted in Fig. 2 for an ideal shock front. The point A may be considered as lying within the region of "regular" reflection, i.e., where the incident and reflected waves do not merge except on the surface.

At any location somewhat above the surface in this region, two separate shocks will be felt, the first being due to the incident blast wave and the second to the reflected wave, which arrives a short time later (Fig. 3). This situation can be illustrated by considering the point B in Fig. 1, which is also in the regular reflection region. When the incident wave front reaches this point, at time t_3, the reflected wave is still some distance away. There will, consequently, be a short interval before the reflected wave reaches the point above the surface at time t_4. Between t_3 and t_4, the reflelcted wave has spread out to some extent, so that its peak overpressure will be less than the value obtained at surface level, (Fig. 3).

The Mach Effect :

The foregoing discussion concerning the delay between the arrival of the incident and reflected wave fronts at a point above the surface, such as B in Fig. 1, is based on the tacit assumption that the two waves travel with approximately equal velocities. This assumption is reasonably justified in the early stages, when the wave front is not far from ground zero. However, it will be evident that the reflected wave always travels through air that has been heated and compressed by the passage of the incident wave. As a result, the reflected wave front moves faster than the incident wave and, under certain conditions, eventually over-takes it so that the two waves fuse to produce a single front. This process of interaction is called "Mach" or "irregular" reflection. The region in which the two waves have merged is therefore called the Mach region. The fusion of the incident and reflected waves is indicated schematically in Fig. 4, which shows a portion of the profile of the blast wave close to the surface.

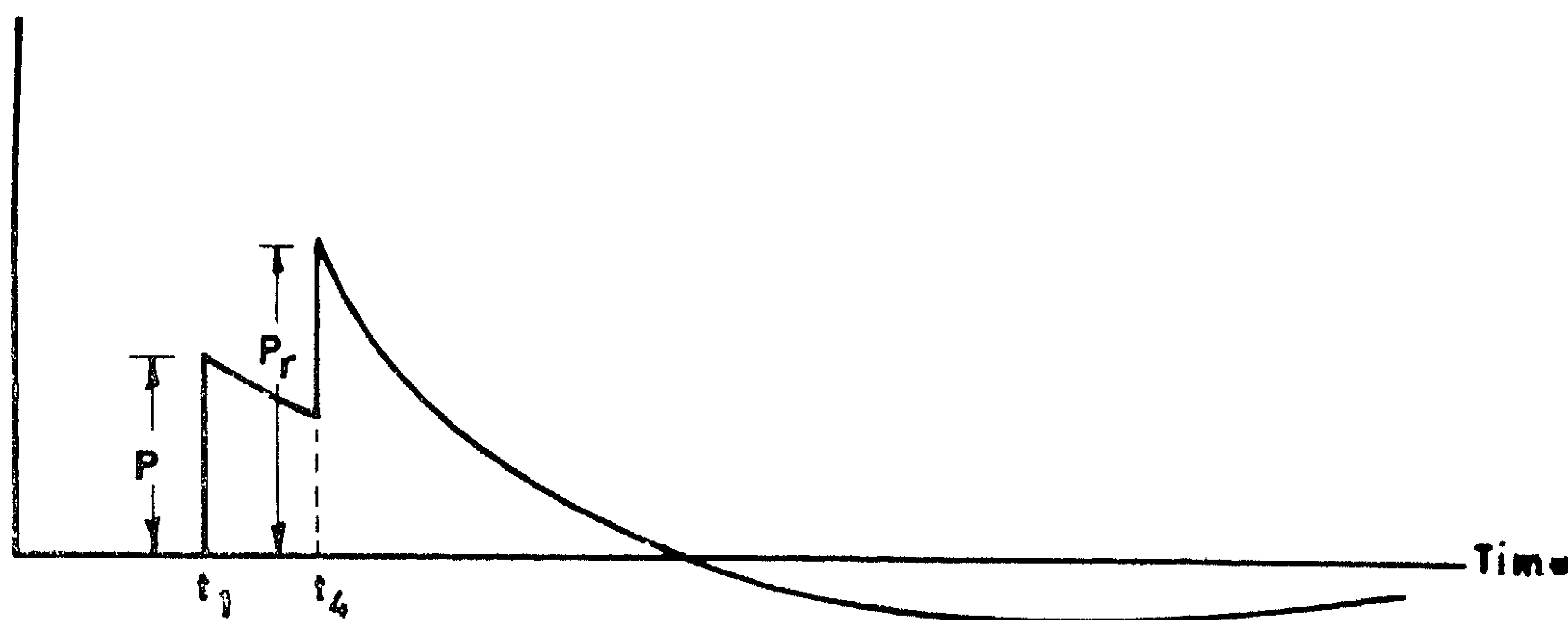


FIG. 3

Variation of overpressure with time at point B.

* The term ground zero refers to the point on earth's surface immediately below (or above) the point of detonation.

During this negative (rarefaction or suction) phase, a partial vacuum is produced and the air is sucked in, instead of being pushed away, as it is when the overpressure is positive. In the positive phase, the wind, associated with the blast wave, blows away from the explosion, and the direction is reversed during the negative phase. At the end of the negative phase, which is somewhat longer than the positive phase, the pressure has essentially returned to the ambient level.

For a great variety of building types, the degree of blast damage depends largely on the drag force associated with the strong (transient) winds accompanying the passage of the blast wave. The drag force is influenced by certain characteristics-primarily the shape and size — of the structure, but is generally dependent upon the peak value of the dynamic pressure and its duration at a given location. The dynamic pressure is proportional to the square of the wind velocity and to the density of the air behind the shock front. Both of these quantities may be related to the overpressure under ideal conditions at the wave front by certain equations, which will be given later.

Reflection of the Blast Waves

When the incident blast wave from an explosion in air strikes a more dense medium such as the earth's surface, e.g., either land or water, it is reflected. The formation of the reflected wave in these circumstances is represented in Fig. 1. This figure shows four stages in the outward motion of the spherical blast originating from an air burst. In the first stage the wave front has not reached the ground ; the second stage is somewhat later in time, and in the third stage, which is still later, a reflected wave, indicated by the dotted line, has been produced.

When such reflection occurs, an individual or object precisely at the surface will experience a single pressure increase, since the reflected wave is formed instantaneously.

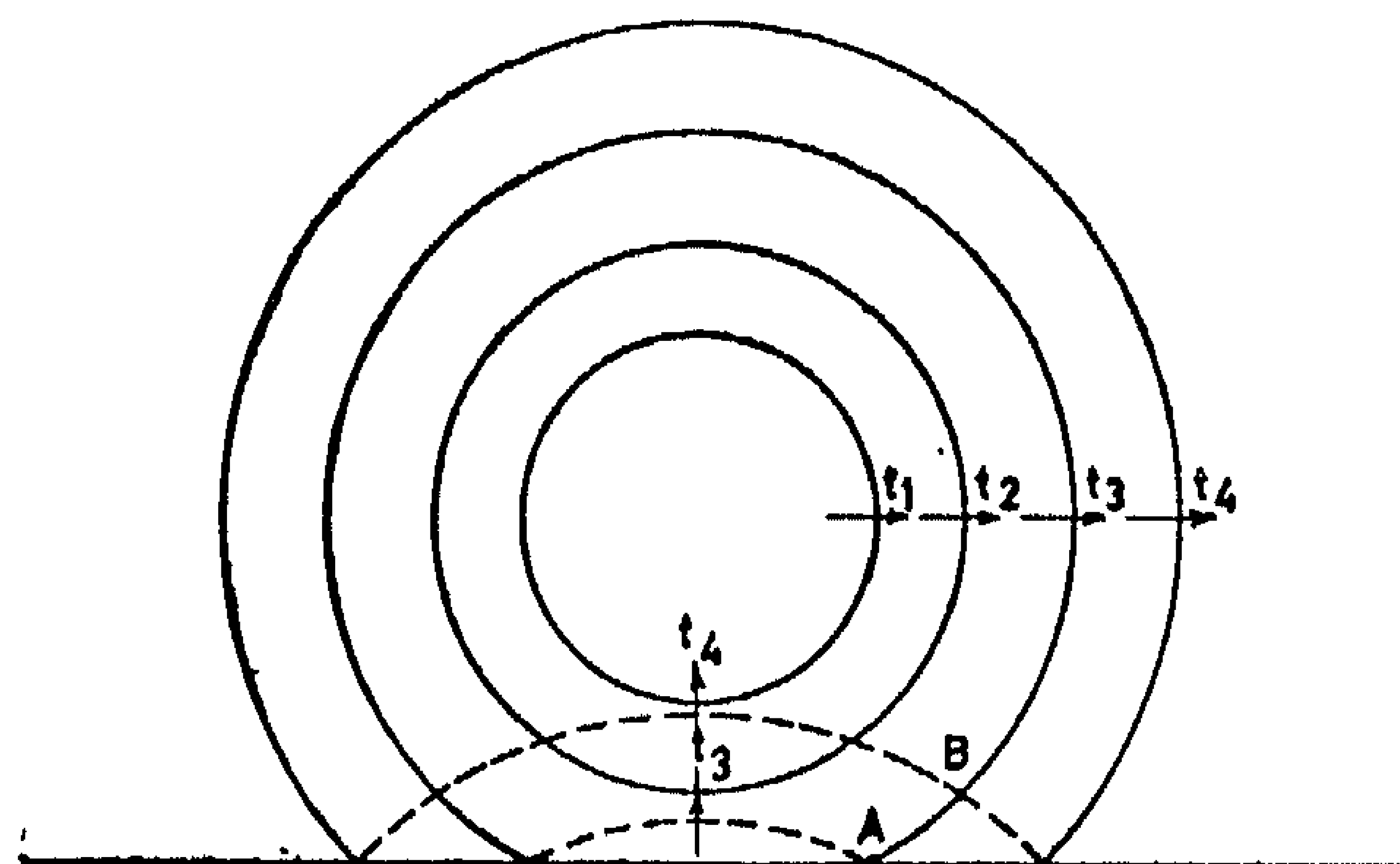


FIG. 1

Reflection of blast wave ; t_1 to t_4 represent successive times.

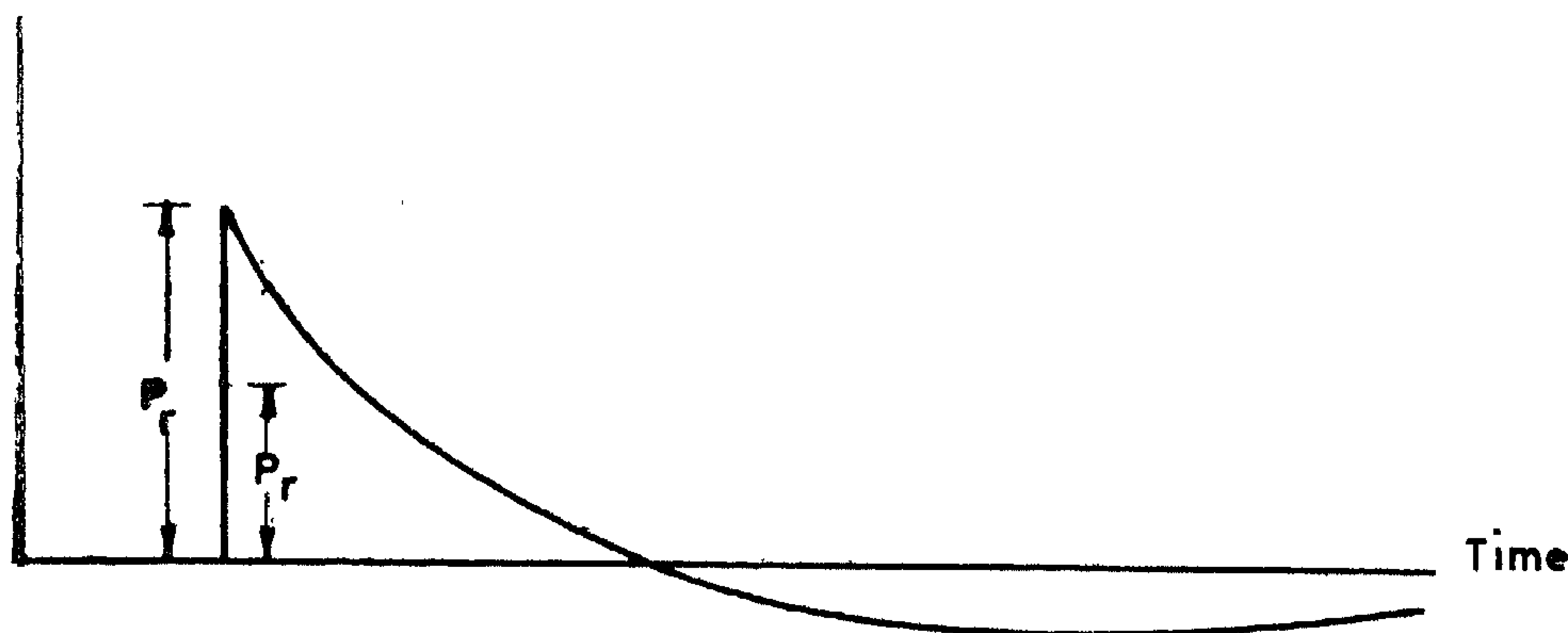


FIG. 2

Variation of overpressure with time at point A.

«ON THE DETECTION OF HIGH-POWERED EXPLOSIONS»

By

Dr. ESSAM MITWALLY, Ph.D.
Lecturer, Aeronautical Engineering Dept.
Cairo University

The sudden eruption of a volcano or the explosion of a bomb far above the sea level would result in the formation of a region of extremely high pressure whose magnitude would depend on the power of the explosion. The effect of such an explosion and the associated pressure rise will be carried along a pressure or shock wave whose front, unless the explosion is weak, will travel with supersonic speed through the atmosphere. The motion of this wave depends on the altitude of the explosion and on the prevailing winds at the explosion site. Far away from this site and due to friction the velocity of the wave front is reduced and the amplitude of the pressure rise across it is attenuated and in the limit the shock wave reduces to a weak compressive wave.

A mathematical model is established describing, in a simple way, the physical situation arising due to the propagation of the shock or compressive wave from the explosion site to some distance, x, where a recording instrument may be stationed. The selection of this recording instrument may require the knowledge of the possible range of frequencies with which the wave front travels. This is obtained by the numerical solution of the simplified Navier-Stokes' equations of motion. The frequency and the time of arrival of the wave front at the recording site would, with the help of other relations, determine the power of the explosion.

The numerical integration was carried out on the Eurocomp digital computer at the Military Technical College.

INTRODUCTION

Background

Most of the material damage caused by a high-powered explosion in the air is due mainly-directly or indirectly — to the shock (or blast) wave which accompanies the explosion. The majority of structures will suffer some damage from the air blast when the overpressure in the blast wave, i.e., the excess over the atmospheric pressure (1.013 bar at standard sea-level conditions), is about 0.03 bar or more (1). The distance to which this over-pressure level will extend depends on the yield or size of the explosion, and on the height of the blast.

The hot gases produced by the explosion form a region of extremely high pressure which will be referred to as the fireball. The expansion of the intensely hot gases in the fireball causes a blast wave to form in the air, moving outward at high velocity. The main characteristics of this wave is that the pressure rises very sharply at the moving front and falls off towards the interior region of the explosion. As the blast wave travels in the air away from its source, the overpressure at the front steadily decreases, and the pressure behind the front falls off in a regular manner. After a short time, when the shock front has traveled a certain distance from the fireball, the pressure behind the front drops below that of the surrounding atmosphere and a so-called "negative phase of the blast wave forms (Fig. 2).

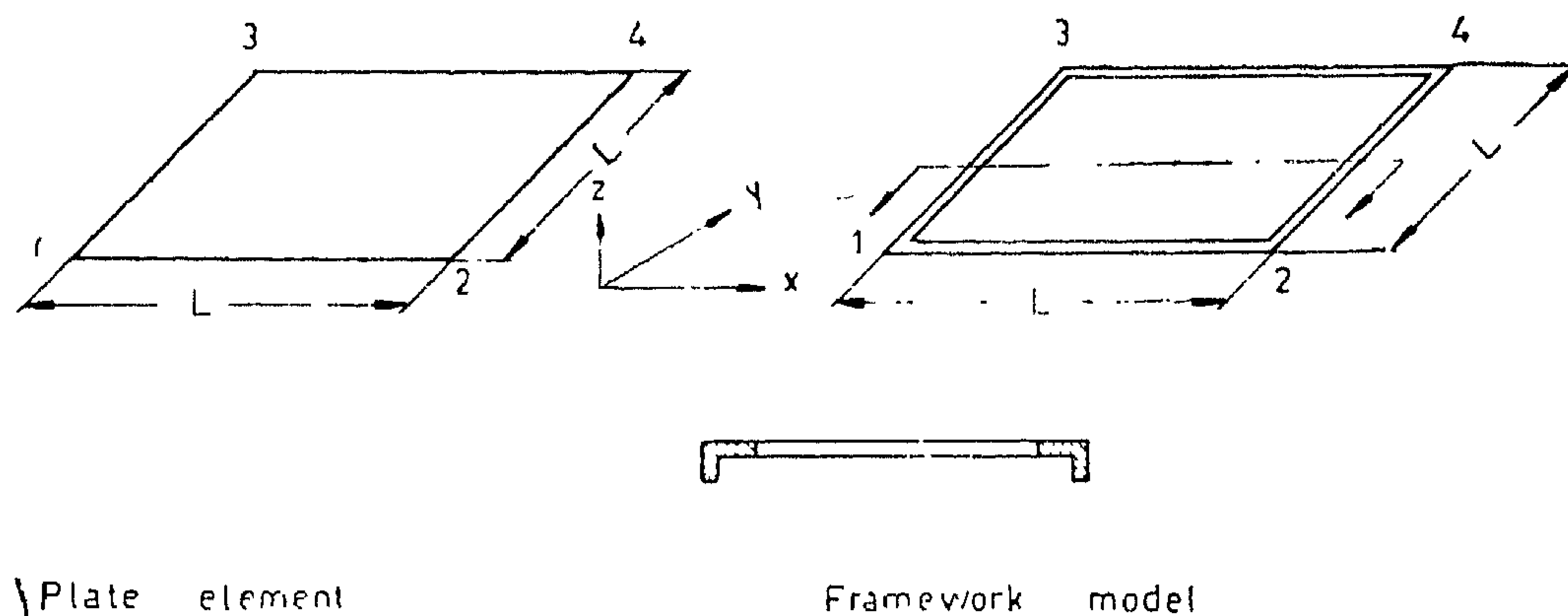


Fig. 10

Appendix I

orthogonal gridwork model with unsymmetrical cross section member

Mohsen[2] construct on orthogonal element with unsymmetrical member. since the rotation about one axis which is not the principle axis will induced moments about the two axes of cross section. Then by using these fundamentals, we can take poisson's ratio effect into consideration. Fig. 10. show equivalent model constructed by Mohsen. The flexural and torsional rigidities are :

$$y = Ix = (1 + \nu)\ L.\ D/2E$$

$$J_2 = (1 - \nu)\ L.\ D/2G.$$

$$\frac{Ixy}{I_2} = \nu\ D.\ L/E.$$

References :—

1. R.K; Liveseley "Matrix method of structural analysis Pergmann press 1964.
2. M.E. Mohsen and sadek "Beam analogy for continnum discret elements" Trans AS ME 1969.
3. F. Fahim "Gridwork analysis of stiffened plates" Thesis submitted for master degree 1970.
4. W.H. Hopmann "Bending of orthogonally stiffened plate" J. Appl. Mech 1956.
5. Irving and Mullineux "Rectangular plates with stringers and ribs" J. Aero. sci. 21 1954.

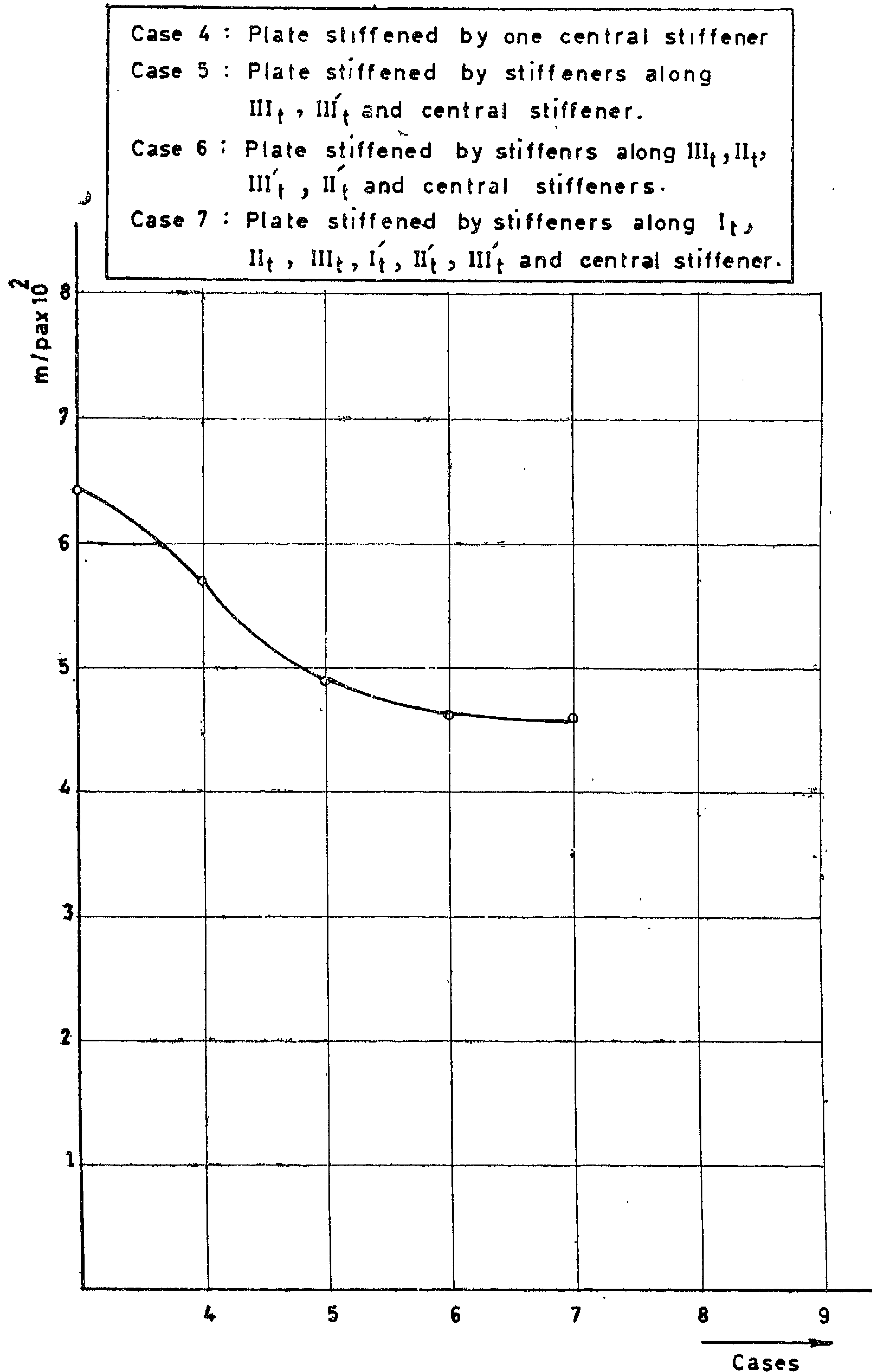


FIG. 9– EFFECT OF POSITION OF STIFFENER ON MAXIMUM MOMENT

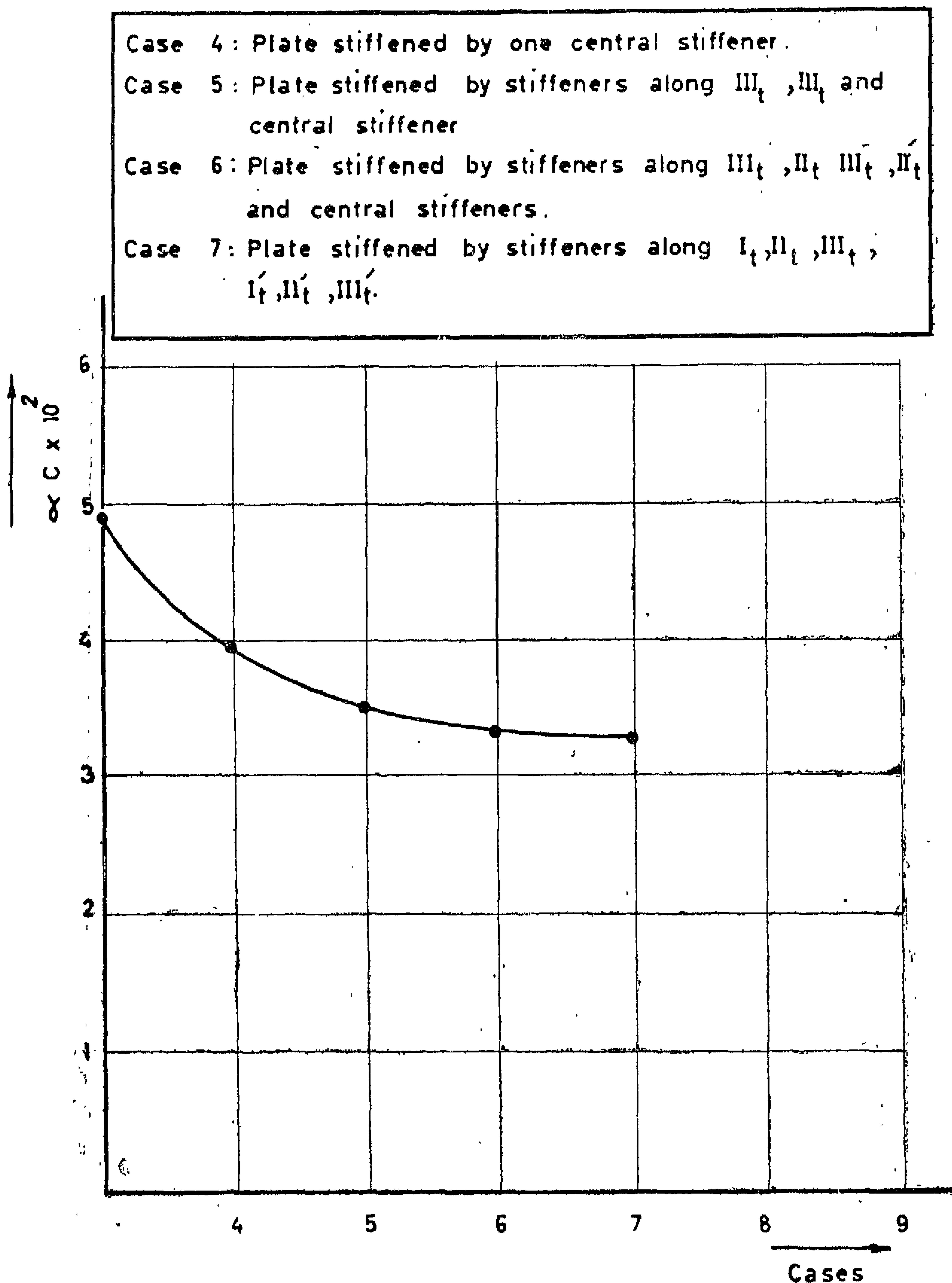


FIG. 8 - EFFECT OF NUMBER OF STIFFENERS ON MAXIMUM DEFLECTION.

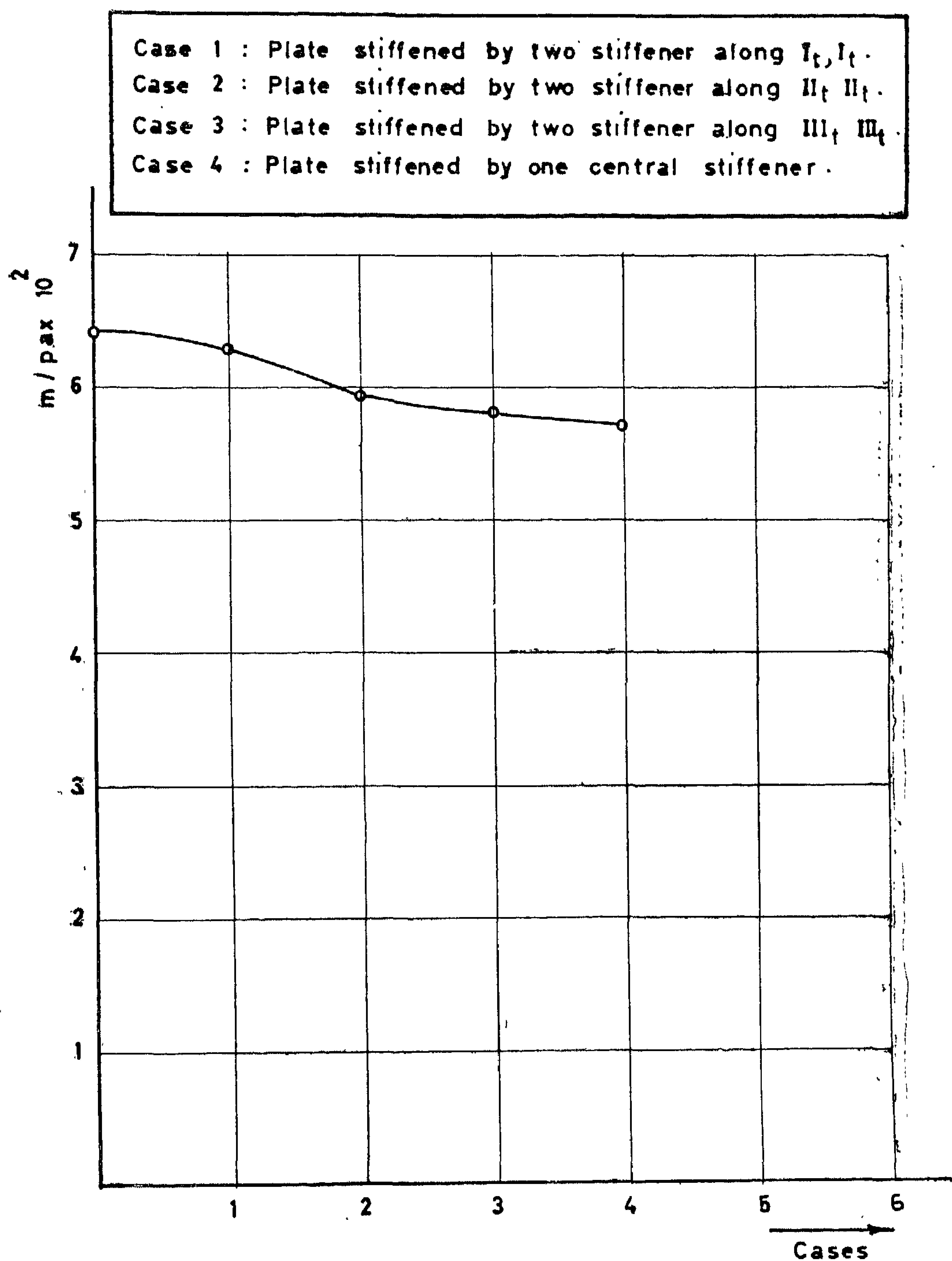


FIG. 7 – EFFECT OF NUMBER OF STIFFENERS ON MAXIMUM MOMENTS.

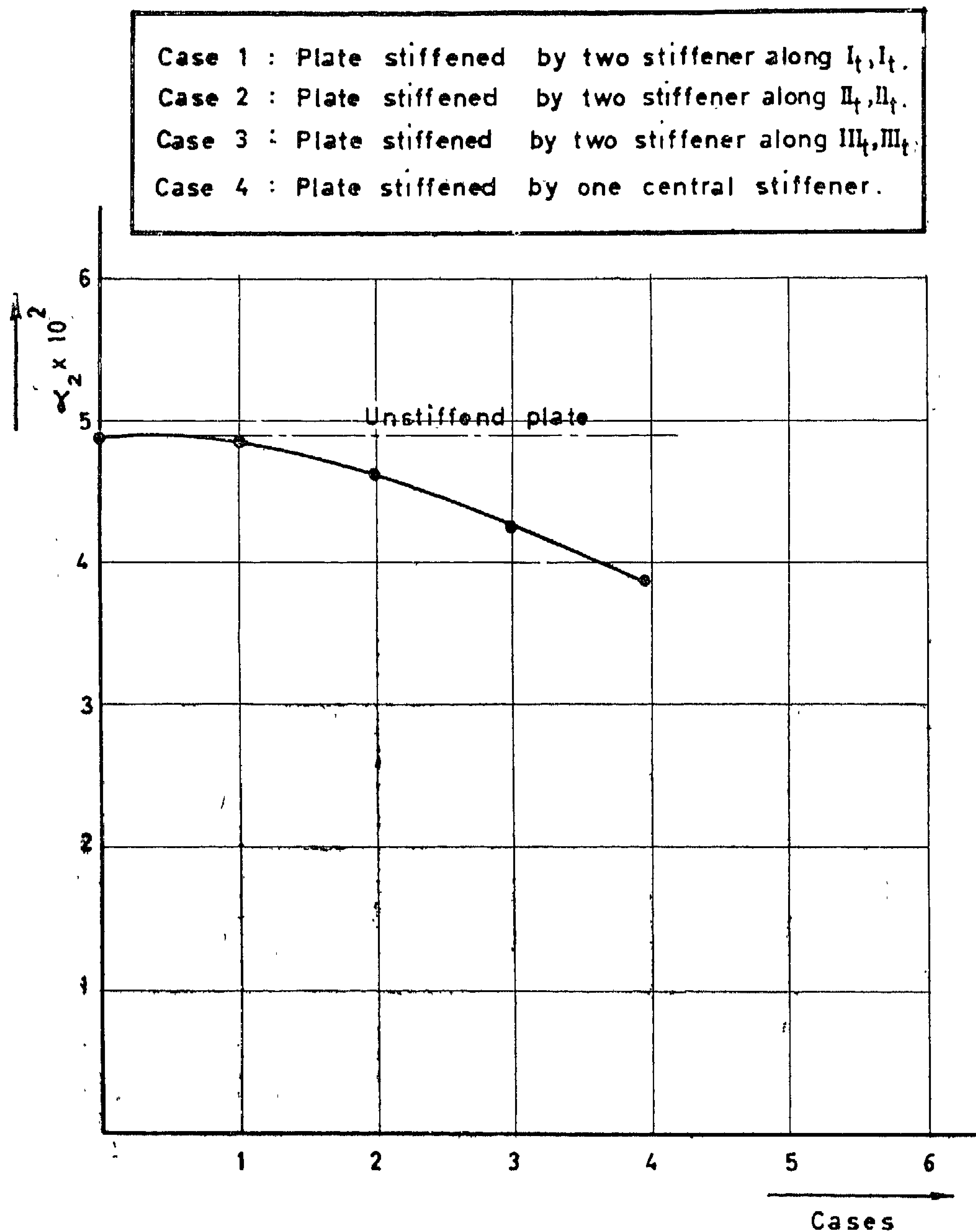


FIG. 6_ EFFECT OF POSITION . OF STIFFENER ON MAXIMUM DEFLECTION.

This method can be extended to include the analysis of the dynamic behaviour of stiffened plate and to investigate the effect of expect ratio on the flexural behaviour of the plates. Also the analysis can be extended to a thick plate, shell and large deflection problem.

The effect of inplane forces and warping also can be taken into consideration, in the assembling the over stiffness matrix.

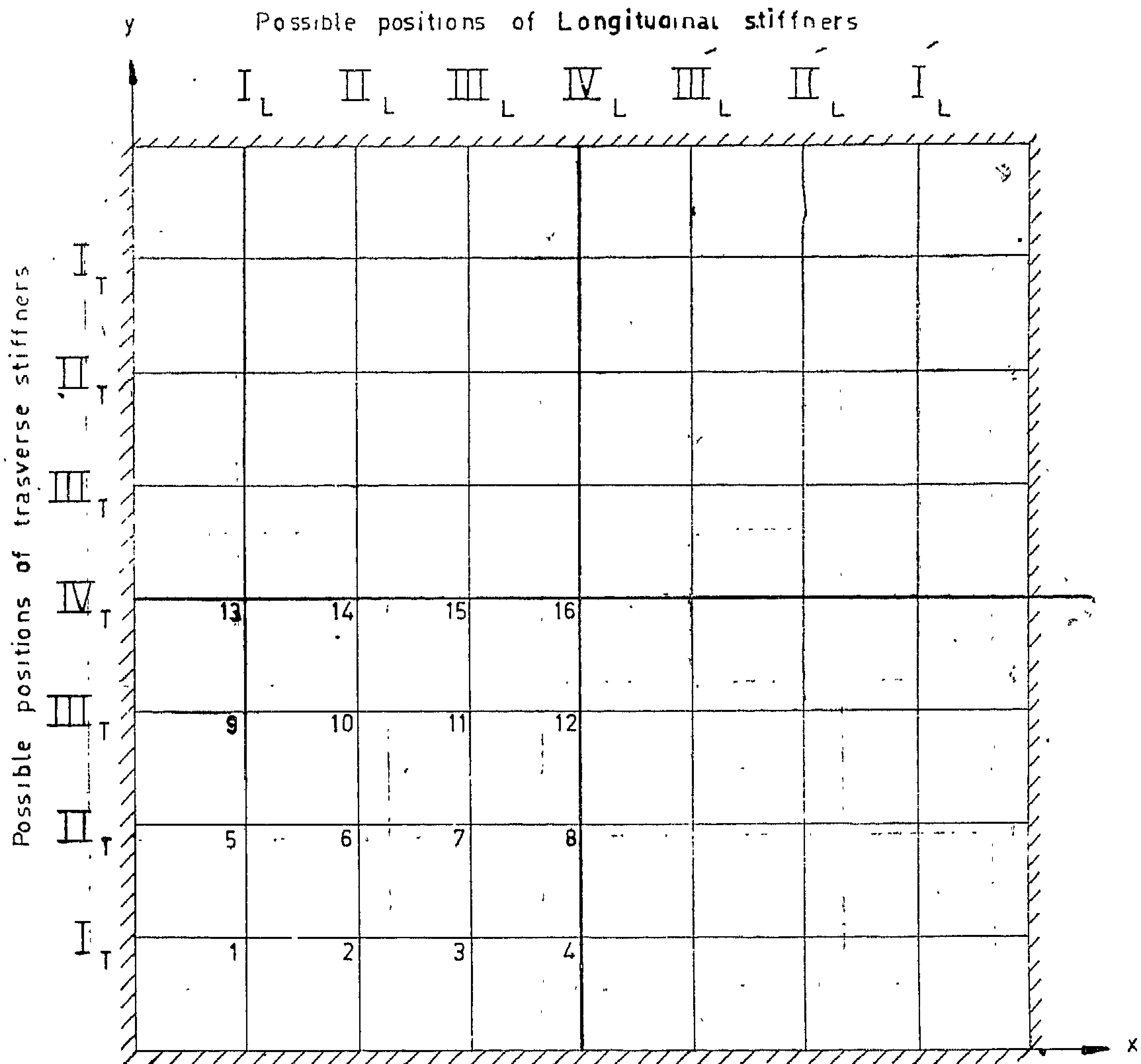


Fig. 5

Possible positions of stiffners.

Fig. (8) and Fig. (9) shown the effect of number of stiffners on the rigidity and strength of the plate.

4.3 Cross stiffened effect.

If the fixed edges square plate is stiffened by one longitudinal stiffner and on transverse stiffner such that its stiffnesses are :

$K_s/D = 1$

$K_s\Theta/D = .5$

And by comparison to a case where the plate is stiffened by two transverse stiffners lie along the centerline which are equivalent to a central stiffner with $K_s/D = 2$ $K_s\Phi/D = 1.$

It is noticed that the effect on the rigidity is the same. But the drop in the bending moment will be 5% more than the drop occur in the case of the plate with central stiffners.

Table 1 contain a comparison of the two cases according to the central deflection and maximum bending.

5. Conclusions

The finite element method is a generdization of standard structural analysis procedures which permits the calculations and internal stress in two and three dimensional structures such as plates and shells. The technique permits also the solution for any discontinuity in the plate as a stiffened plate. By using one approach of the finite element, gridwork approach, the flexural behaviour can be investigated. Different cases are analysed by using gridwork approach to investigated the effect of position, number and direction of stiffners. An optimum position is found to be along the centerline of the plate. Any increase of the number of stiffners has a little effect on the rigidity, meanwhile the strength is obviously increased. It was also noticed that the cross stiffened plate has nearly the same rigidity as that of the transversed stifferer of double stiffness of the first lie along the centerline.

However the strength of the first is somewhat higher.

TABLE 1.

Case	K_s/D	$K_s\Phi/\nu$	$\alpha = \delta_c/(pa^2/D)$	m/pa
Two transverse stiffners along centrline	1	.5	.003921	.00570
Two stiffners, one along longitudinal other along transverse axes.	.1	.5	.003755	.00536

Thus it follows that the presence of a member between joints k and L has the effect of adding its K′ matrices to the stiffness matrix of the complete grillage according to the following schems :

	Column K	Column L
Row K	K'_{11}	K'_{12}
Row L	K'_{21}	K'_{22}

And since K_{21}' is the transpose of K_{12}' according to the reciprocal theory the contribution of the individual member to the final matrix are alawys such as to mantain its symmetry. The rules for the assembling of the upper traingle of the symmetrical matrix may be stated as follows :—

1. The leading digonal element of raw "k" is the sum of the matriecs K_{11}' and K_{22}' of all the members meeting at joint "k" the matrix K_{11}' being selected if the members has end "1" at the joint and the matrix K_{22}' being selected if the member has end "2" at the joint.

2. The off-diagonal elements of row k corresponding to columns L, I J, ..., k are the K_{12}' matrices of the members connecting joint "k" to joints L,I,J.........

If the joint is not directly connected to "k" by a members, then the associated element is zero. By applying the rules to the grillage in Fig. 2. We obtain a group of equations 11, where only the elements in the upper traingle of the stiffness matrix have been shown.

4. *Application for the study of the stiffners effect :*

The effect of position, number and direction of stiffners on the rigidity and strength of a fixed edges square plate under a central concentrated load will be investigated by the application of the gridwork model. The element which has been constructed by Mohsen[2] is used in all these application. The investigation is considered in a non dimensional form for the loads, moments and deflections. The nondimensional concentrated load (Pa/D) is taken as unit, and the flexural and torsional rigidities of the stiffners are taken as a ratio of the plate rigidities of the stiffners are taken as a ratio of the plate rigidity "D".

The cases which are studied in this work are taken only as example to explain how the gridwork method is applied on the stiffened plate. However from these cases we can study the effect of the stiffners on the elastic properties of the plate.

4.1 Effect of stiffners position

For the investigation of the effect of position of stiffners Fig. (5), the position of two transverse stiffners are changed about the axis of symmetry, only to mantain the symmetry and to simplfied the computations). The plate is subjected to a central concentrated load (Pa/D = 1) and the flexural and torsional rigidities of the stiffners are taken as follow

$K_s\ /D = 1$
$K_s\Theta/D = .5$

Fig. 6 and Fig. 7 show the change of the nondimensional deflections ($\alpha_c = \delta_c\ /\ (pa^2/D)$). It is shown that the optimum positions of the two symmetrical stiffners are along the transverse axis. In other words when the two stiffners are equivalent to one central stiffner along the transverse axis with.

$K_s\ /D = 2$
$K_s\Theta/D = 1$

4.2 Effect of stiffners number.

If a more than the central stiffner are distributed over the plate it is shown that the increament in the number of stiffners have a little effect on the rigidity meanwhile the strength is obviously increased. Every stiffner rather than the central one has the following stiffnesses :

$K_s\ /D = 1$
$K_s\Theta/D = .5$

Transforming the force-displacement relations from member coordinate system (x, y, z) to structure coordinate (x′, y′, z′) and putting the force and displacement vectors in a non dimensional form as follow :—

$$P' = \begin{vmatrix} P_x' L/D \\ P_y' L/D \\ P_z L/D \\ m_x'/D \\ m_y'/D \\ m_z'/D \end{vmatrix} \qquad d = \begin{vmatrix} \delta'_x/L \\ \delta'_y/L \\ \delta'_z/L \\ \Theta'_x \\ \Theta'_y \\ \Theta'_z \end{vmatrix}$$

and put :

$(EI/L) / D = f$

$(GJ/L) / D = \tau$

$(EA/L) / (D\text{-}L^2 = \varepsilon$

Equations 8, 9 are the non dimensional form for and matrices.

2.4. The assembly of the overall stiffness matrix of the grillage :

The equilibrium approach is applied on the equivalent grillage such that the displacements of joints are considered to be the basic unknowns. The steps of approach are as follow —:

a — The joints are denoted by numbers 1,2,......, M.N. Points at which the member is attached to arigid foundation is reffered to as joint "o".

b — In considering the properties of individual members, we shall use the suffixes "1" and "2" to refer to the two ends. It is convenient to adopt the convention that the end of the member at the joint whose identifying is smaller as "1" and the other as "2".

c — For each member in the grillage, the member and loads are expressed in terms of the corresponding end displacement and applying the condition that the displacements of the appropriate joints must be equal to the displacement of the ends of members. The member "r" connect the two joints k, L as in Fig. 4. in the grillage having the following relations :

$$d'_{2r} = d_L$$
$$d'_{1r} = d_K$$

d — Applying the conditions of joint equilibrium, such that the sum of internal loads of every joint equal to the external loads vector at the same joint. Hence we obtain a group of simultinous algabric equations with the joint displacements are basic unknowns.

e. — Consider the contribution which a member "r" running from joint k to L makes to the final set of load-displacement equations for the members are :

$$P'_{1r} = K'_{11r}\ d'_{1r} + K'_{12r}\ d'_{2r}$$
$$P'_{2r} = K'_{21r}\ d'_{1r} + K'_{22r}\ d'_{2r}$$

substituting the compatibility conditions, $d'_{1r} = d_K$ and $d'_{2r} = d_L$ hence

$$P'_{1r} = K'_{11r}\ d_K + K'_{12r}\ d_L$$
$$P'_{2r} = K'_{21r}\ d_K + K'_{22r}\ d_L$$

The equilibrium equations for joints K, L are

$P_K = P_{1r}' +$

Contribution from other members meeting at K.

$P_L = P_{2r}' +$

Contribution from other members meeting at L.

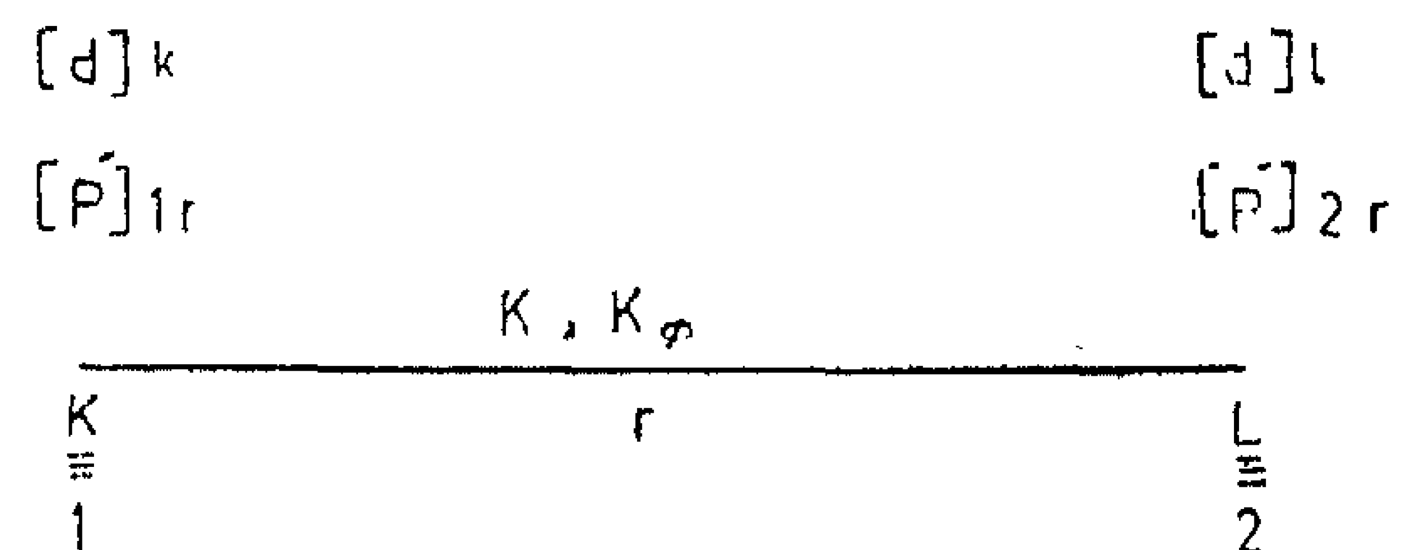
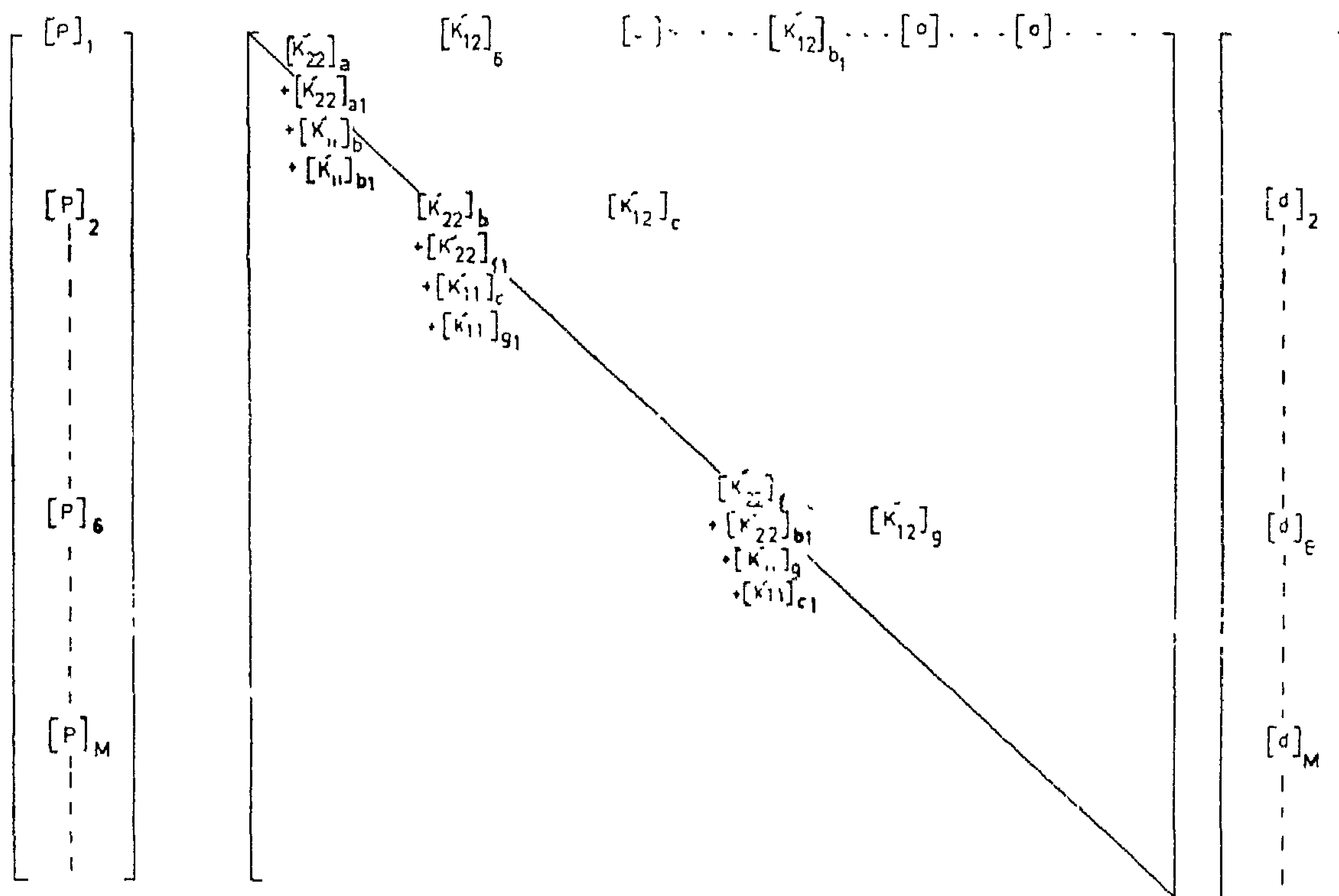


Fig. 4

Compatibility Conditons For a member in the grillage



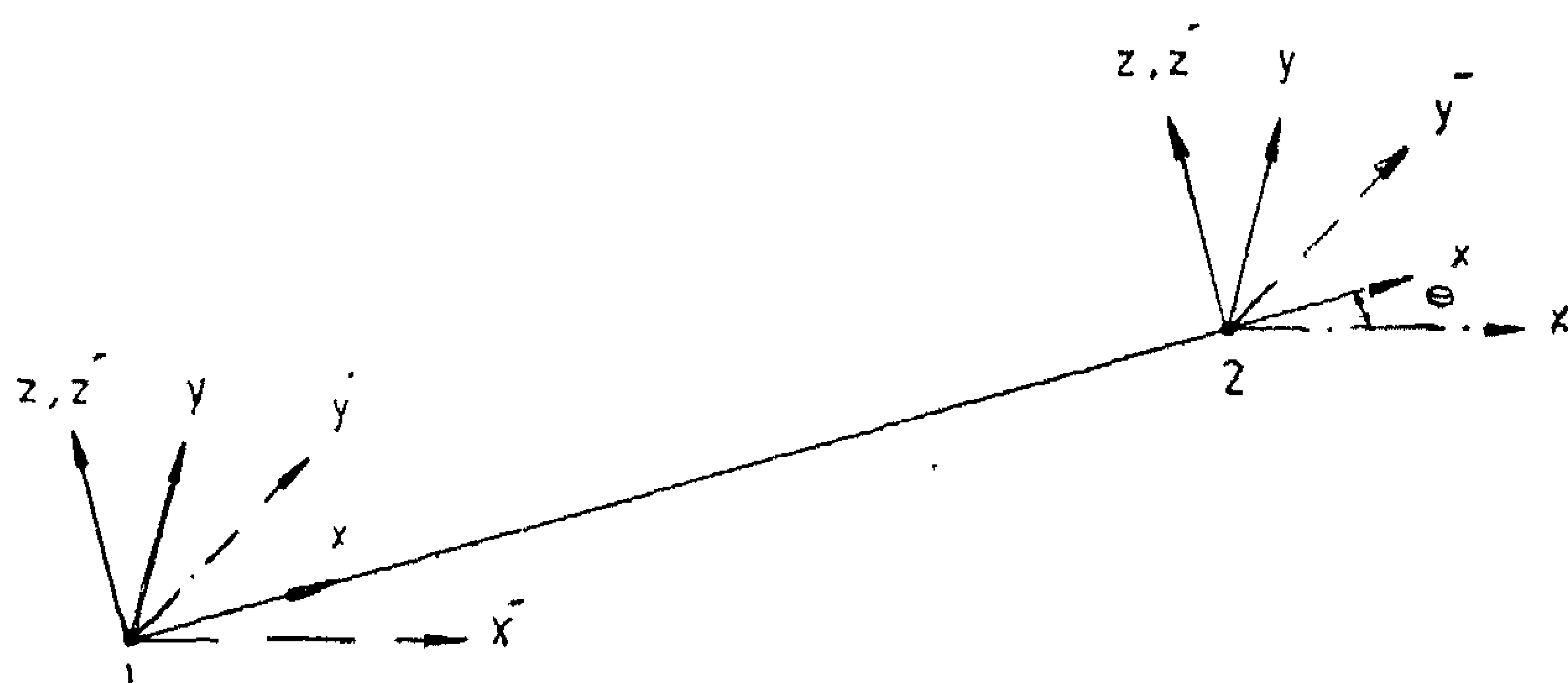


Fig.3

Relation between member system Coordinates and structural system Coordinates and

$$[K'_{11}] = \begin{bmatrix} (c^2\xi + s^2 12 f_z) & sc(\xi - 12 f_z) & -s.12 f_{yz} & s^2.6 f_{yz} & -sc\, f_{yz} & -s.\, f_z \\ sc(\xi - 12 f_z) & (s^2\xi + c^2 f_z) & c.12 f_{yz} & -sc.\, f_{yz} & c^2.6 f_{yz} & c.6 f_z \\ -s.\, 12 f_{yz} & +c\, 12\, f_{yz} & 12 f_y & s.6 f_y & -c.6 f_y & -6 f_{yz} \\ -s^2.6 f_{yz} & sc.\, 6 f_{yz} & s.6 f_y & (c^2.\tau + 4s^2 f_y) & sc(\tau - 4 f_y) & -4s\, f_{yz} \\ sc.\, 6 f_{yz} & -c^2\, 6 f_{yz} & -c\, 6 f_y & sc(\tau - 4 f_y) & (s^2 \tau + 4c^2 f_y) & -4c\, f_{yz} \\ -s\, 6 f_z & c\, 6 f_z & -6 f_{yz} & -4s\, f_{yz} & 4c\, f_{yz} & 4 f_z \end{bmatrix} \quad 8$$

$$[K'_{12}] = \begin{bmatrix} -(c^2\xi + s^2 12 f_z) & -sc(\xi - 12 f_z) & s\, 12 f_{yz} & s^2 6 f_{yz} & -sc.6.f_{yz} & -s\, 6 f_z \\ sc(\xi - 12 f_z) & -(s^2\xi + c^2 12 f_z) & -c\, 12 f_{yz} & -sc\, 6 f_{yz} & c^2\, 6 f_{yz} & c.6 f_z \\ s.12 f_{yz} & -c\, 12 f_{yz} & -12 f_y & s\, 6 f_y & -c\, 6 f_y & -6 f_{yz} \\ s^2.6 f_{yz} & sc.6 f_{yz} & -s\, 6 f_y & (-c^2\xi + 2s^2 f_y) & -sc(\tau.2 f_y) & -2s f_{yz} \\ -sc.6 f_{yz} & c^2\, 6 f_{yz} & c\, 6 f_y & -sc(\tau + 2 f_y) & (-s^2\tau + 2c^2 f_y) & -2c\, f_{yz} \\ s.6 f_z & -c\, 6 f_z & 6 f_{yz} & -2s f_{yz} & 2c f_{yz} & 2 f_{yz} \end{bmatrix} \quad 9$$

Where :

$$K'_{ij} = T\ K_{ij}\ T^t$$

$$T = \begin{vmatrix} c & -s & 0 & 0 & 0 & 0 \\ s & c & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c & -s & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s & c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \tag{5}$$

Where s = sin α, c = cos α and α is the angle between (x, y, z) system and (x′, y′, z′) system, hence.

$$\begin{vmatrix}
(c^2\frac{EA}{L} + s^2\frac{12EI_z}{L^3}) & sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & -s\frac{12EI_{yz}}{L^3} & s^2\frac{6EI_{yz}}{L^2} & sc\cdot\frac{6EI_{yz}}{L^2} & -s\cdot\frac{6EI_z}{L^2} \\
sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & (s^2\frac{EA}{L} + c^2\frac{12EI_z}{L^3}) & c\frac{12EI_{yz}}{L^3} & -sc\cdot\frac{6EI_{yz}}{L^2} & c^2\frac{6EI_{yz}}{L^2} & c\cdot\frac{6EI_z}{L^2} \\
-s\frac{12EI_{yz}}{L^3} & c\frac{12EI_{yz}}{L^3} & \frac{12EI_y}{L^3} & s\frac{6EI_y}{L^2} & c\frac{6EI_y}{L^2} & -c\frac{6EI_{yz}}{L^2} \\
-s^2\frac{6EI_{yz}}{L^2} & sc\frac{6EI_{yz}}{L^2} & s\cdot\frac{6EI_y}{L^2} & (c^2\frac{GJ}{L} + 4s^2\frac{EI_y}{L}) & sc(\frac{GJ}{L} - 4\frac{EI_y}{L}) & -4s\frac{EI_{yz}}{L^2} \\
sc\frac{6EI_{yz}}{L^3} & -c^2\frac{6EI_{yz}}{L^3} & -c\cdot\frac{6EI_y}{L^2} & -sc(\frac{GJ}{L} - 4\frac{EI_y}{L}) & (s^2\frac{GJ}{L} + 4c^2\frac{EI_y}{L}) & 4c\frac{EI_{yz}}{L} \\
s\frac{6EI_z}{L^2} & c\frac{6EI_z}{L^2} & -6\cdot\frac{EI_{yz}}{L^2} & -4s\frac{EI_{yz}}{L} & 4c\frac{EI_{yz}}{L} & \frac{4EI_z}{L}
\end{vmatrix} \tag{6}$$

$$\begin{vmatrix}
-(c^2\frac{EA}{L} + s^2\frac{12EI_z}{L^3}) & -sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & s\frac{6EI_{yz}}{L^2} & s^2\frac{6EI_{yz}}{L^2} & -sc\frac{6EI_{yz}}{L^2} & -s\cdot\frac{6EI_z}{L^3} \\
-sc(\frac{EA}{L} - \frac{12EI_z}{L^3}) & -(s^2\cdot\frac{EA}{L} + c^2\frac{12EI_z}{L^3}) & -sc\cdot\frac{6EI_{yz}}{L^2} & -sc\frac{6EI_{yz}}{L^2} & c^2\frac{6EI_{yz}}{L^2} & c\cdot\frac{6EI_z}{L^2} \\
s\frac{12EI_{yz}}{L^3} & c\cdot\frac{12EI_{yz}}{L^3} & s\cdot\frac{6EI_y}{L^2} & s\frac{6EI_y}{L^2} & -c\frac{6EI_y}{L^2} & -\frac{6EI_{yz}}{L^2} \\
s^2\cdot\frac{6EI_{yz}}{L^2} & sc\frac{6EI_{yz}}{L^2} & (-c^2\frac{GJ}{L} + s^2\frac{EI_y}{L}) & (-c^2\frac{GJ}{L} + s^2\frac{EI_y}{L}) & -sc(\frac{GJ}{L} + \frac{2EI_y}{L}) & -2sc\frac{I_{yz}}{L} \\
-sc\cdot\frac{6EI_{yz}}{L^2} & c^2\cdot\frac{6EI_{yz}}{L^2} & -sc(\frac{GJ}{L} + 2\frac{EI_y}{L}) & -sc(\frac{GJ}{L} + 2\frac{EI_y}{L}) & (-s^2\frac{GJ}{L} + 2c^2\frac{EI_y}{L}) & 2c\frac{EI_{yz}}{L} \\
s\cdot\frac{6EI_z}{L^2} & -c\cdot\frac{6EI_z}{L^2} & -2s\frac{EI_{yz}}{L} & -2s\frac{EI_{yz}}{L} & 2c\frac{EI_{yz}}{L} & \frac{2EI_z}{L}
\end{vmatrix} \tag{7}$$

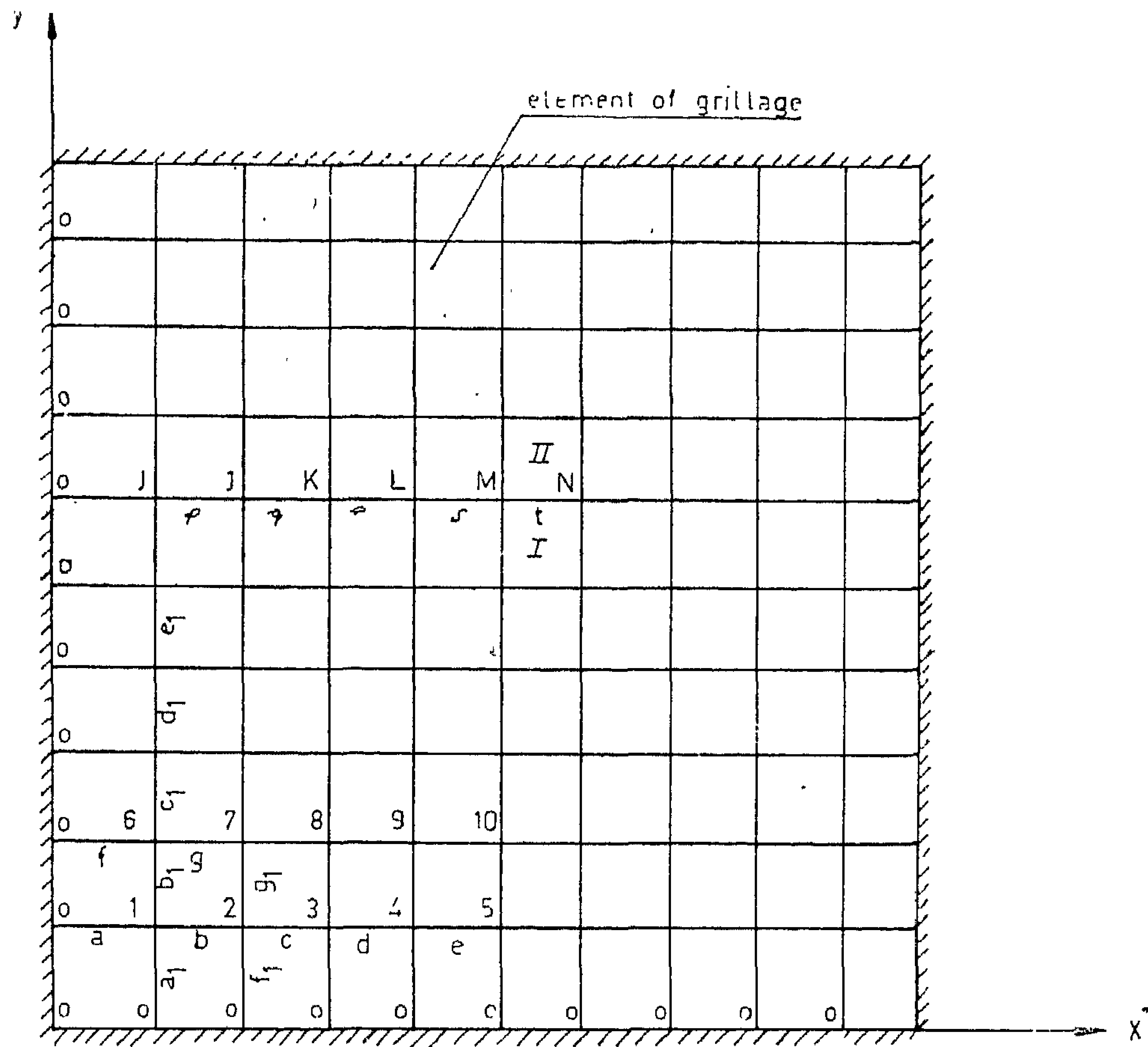
(7)

$$K_{11} = \begin{vmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 12\,\frac{Elz}{L^2} & 12\,\frac{Elyz}{L^3} & 0 & -6\,\frac{Elyz}{L^2} & -\,\frac{Elz}{L^2} \\ 0 & 12\,\frac{Ely_2}{L^3} & 12\,\frac{Ely}{L^3} & 0 & -6\,\frac{Ely}{L^2} & 6\,\frac{Elyz}{L^2} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -6\,\frac{Ely_2}{L^2} & -6\,\frac{Ely}{L^2} & 0 & 4\,\frac{Ely}{L} & -4\,\frac{Ely_2}{L} \\ 0 & 6\,\frac{Elz}{L^2} & 6\,\frac{Elyz}{L^2} & 0 & -4\,\frac{Elyz}{L} & 4\,\frac{Elyz}{L} \end{vmatrix} \quad (2)$$

$$K_{12} = \begin{vmatrix} -\,\frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -12\,\frac{Elz}{L^3} & -12\,\frac{Elyz}{L^3} & 0 & -6\,\frac{Elyz}{L^2} & 6\,\frac{Elz}{L^2} \\ 0 & -12\,\frac{Elyz}{L^3} & -12\,\frac{Ely}{L^3} & 0 & -6\,\frac{Elz}{L^2} & 6\,\frac{Elyz}{L^2} \\ 0 & 0 & 0 & -\,\frac{GJ}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 6\,\frac{Elyz}{L^2} & 6\,\frac{Ely}{L^2} & 0 & 2\,\frac{Ely}{L} & -2\,\frac{Elyz}{L} \\ 0 & -\,6\,\frac{Elz}{L^2} & -\,6\,\frac{Elyz}{L^2} & 0 & -2\,\frac{Elyz}{L} & 2\,\frac{Elz}{L} \end{vmatrix} \quad (3)$$

If we transform the stiffness matrices into structure coordinate axes system (x′, y′, z′), hence

$$P_1' = K_{11}'\,d_1' + K_{12}'\,d_2'$$
$$P_2' = K_{21}'\,d_1' + K_{22}'\,d_2'$$



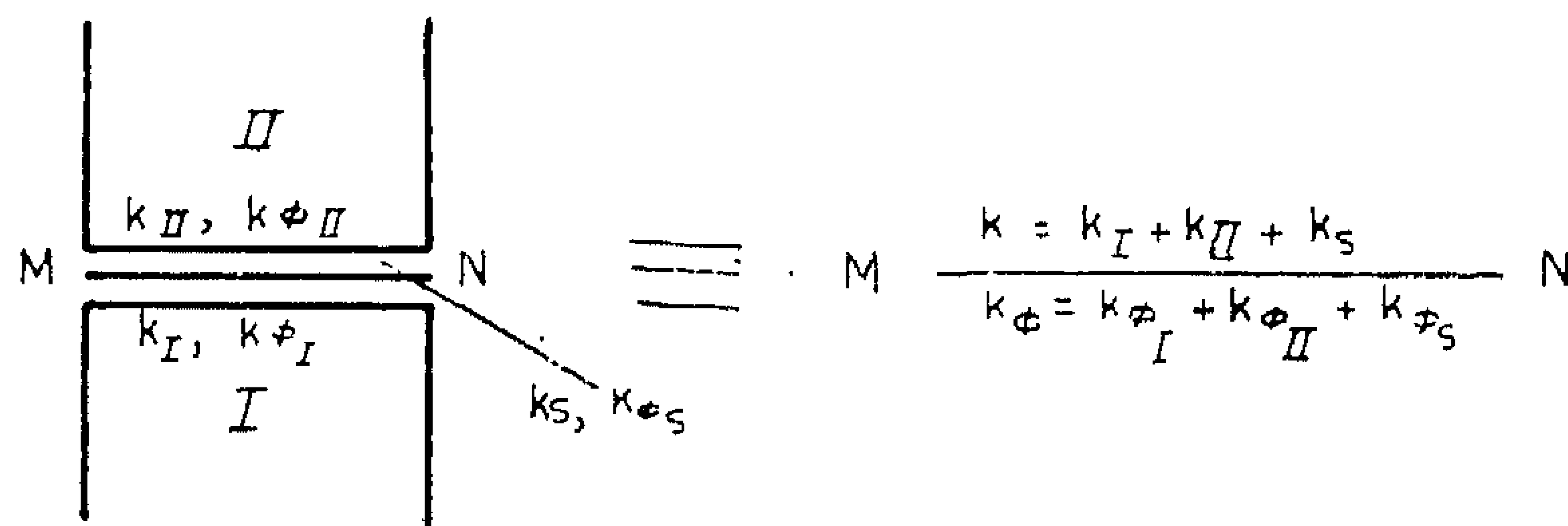


Fig. 2 Equivalent grillage

a) Material behaves linearly

b) The deformations of the structure are small as compared with its dimension.

c) In plane forces effect on the flexural behaviour of the structure is neglected. The equivalent grillage can thus be treated as a linear structure. As a result we can use the reciprocal theorem in the assembly of the overall stiffness matrix.

2. The plate and stiffners are assumed isotropic and homoge-neous.

3. The middle plane of the plate is the neutral plane of the grillage.

4. The stiffners can be twisted without warping.

5. The shear effect is neglected.

2.2 Construction of equivalent grillage Fig. 2.

To construct the equivalent grillage, the following steps must be considered :

2.2.1. Divide the stiffened plate into segments. These segments are connected to each other only at the nodal points.

The stiffness rigidity at the joints is due to the different shares of the elements around the joint.

2.2.2. Transer the plate element to an equivalent grid.

Defining the rigidities of the four bars of the grid according to the type of the gridwork model.

2.2.3. Assembling the different equivalent grids and the elements of stiffners, we obtain an equivalent grillage as shown in Fig. (2). The rigidities of the latteral and longitudinal members of the grillage at certain joint, are equivalent to the sum of rigidities of bars of the corresponding grids around the same joint and the stiffners pass through the joint.

A new gridwork model is constructed by Mohsen[2], Fig. 10. The properties of members of the grid model are shown in appendix "I". This model is based in an unsymmetrieal cross section member to take into consideration posson's ratio effect.

2.3 Stiffness matrix for a straight uniform but unsymmetrical cross section member in space structure.

consider a member with unsymmetrical cross section Fig. (3).

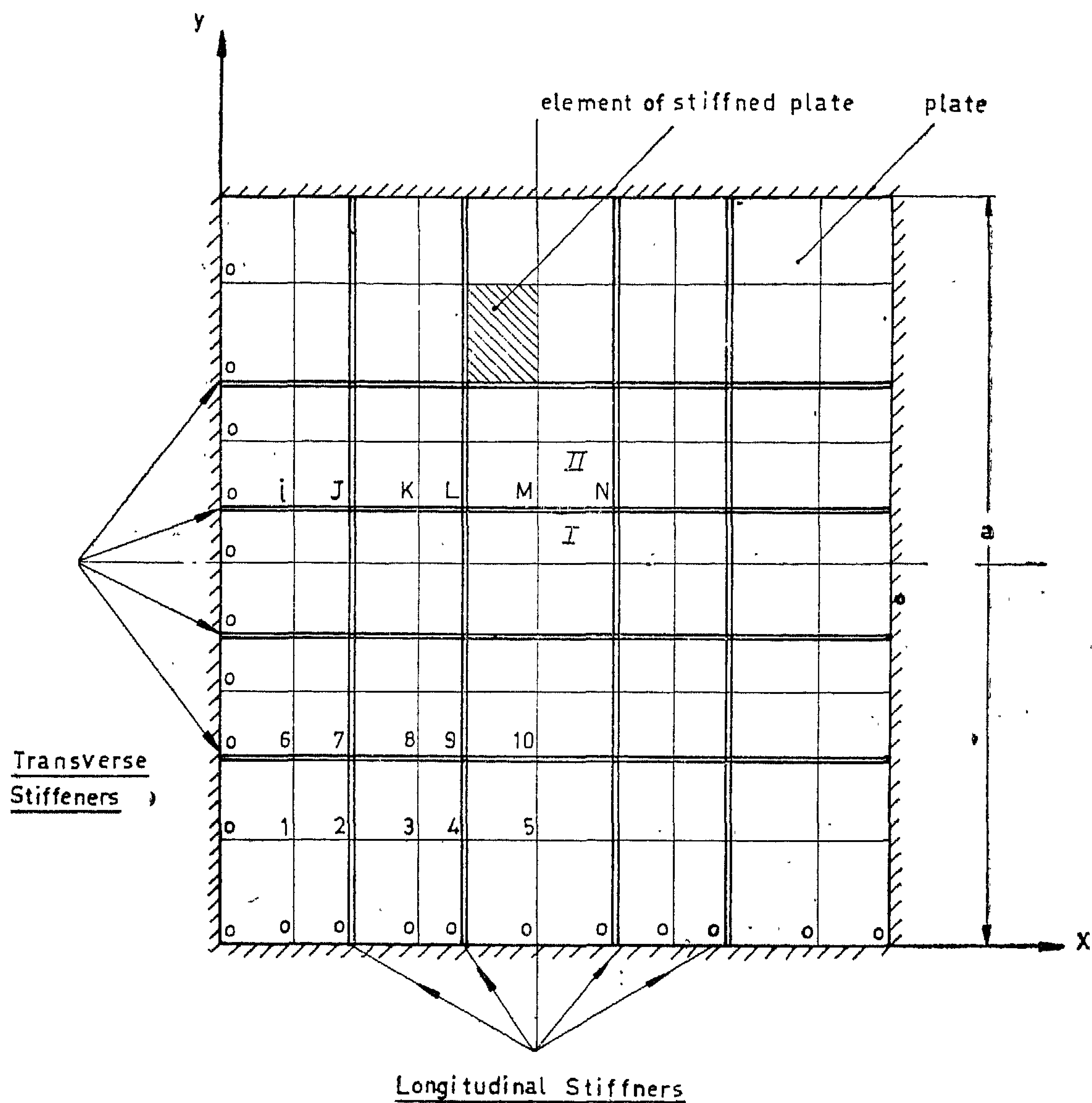
The deformation are about two orthogonal axes pass through the centriod of the coss section, and are not the principle axes Assume $I y > I Z$ and $I y Z$ has (+ ve sign).

The stiffness matrix of the member, the relations between externe force vector p and displacement vector d according to member coordinate system, will be as follow :—

$$\begin{aligned} P_1 &= K_{11}.\ d_1 + K_{12}.\ d_2 \\ P_2 &= K_{21}.\ d_1 + K_{22}.\ d_2 \end{aligned} \qquad (1)$$

where, (1)

$$P = \begin{vmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \\ m_x \\ m_y \\ m_z \end{vmatrix} , \quad d = \begin{vmatrix} \Theta_x \\ \Theta_y \\ S_z \\ S_x \\ S_y \\ \Theta_z \end{vmatrix}$$



Fig,1 Stiffned Plate

With Fixed-Fixed edges

finite sine transform. The second techniques transfer plate to a grillage formed only by the stiffners. The plated area between stiffners is taken into consideration as an effective width along the stiffner.

The finite element technique will be used as a new approch for the analysis of the stiffened plate.

The finite element method is essentially a generolization of standard structural analysis procedures which permits the calculation of stress and deflections in two and three dimensional such as plates and shells, by the same techniques which are applied in the analysis of ordinary framed structures. The finite element analysis of on elstic continuum may be devided into three phases :

i — subdivisions of the orginal system into an assembly of discrete segments interconnected at a finite number of joints.

ii — Evaluatoin of the stiffness matrix of the element, since the elements are assumed to be interconnected only at a limeted number of nodal joints. The essential elastic charecterstics of an element are represented by the relationships between forces applied to the joints and the deflections resulting there from.

iii — Structural analysis of the element assembly from any given loading conditions. The essential problem is to satisfy the following two requirements :

a — Equilibrium, the internal elements forces acting at each joint must equilibrate the externally applied load at joint.

b — Compatibility, the element deformations must be such that they meet at the nodal points in the loaded conditions.

Generally two methods are used for the construction of the finite element, namely continuous element and gridwork element.

1.1. Continuous element method :

In this method, the material properties of the original system being retained in the individual elements. The evaluation of the stiffness matrix of the element is based on one of two assumptions. The first, is the considering the form of displacement and the second is considering the stress distribution withing the element. The stress and moment distributions at any points inside the elements can be determined interms of joints generalized displacements.

1.2. Gridwork method.

A plate may be idealized into an equivalent gridwork that will then simulate its behaviour exactly at certain corresponding points. In designing an equivalent grid, each plate element give its own contribution to the flexural and torsional properties of the relevant gridbeans. The cross-sectional properties of the members are obtained by equating the rotations of joints of the grid with those of an element of plate, when both are subjected to statically equivalent moments and torques. In the analysis, the stiffners can be taken into account in parllel to the stiffness of side beams of equivalent element. A new approach for the analysis of the stiffened plate, which will be explained in this work, is based on transfering the stiffened plate to an equivalent grillage by using a gridwork element constructed by Mohsen[2]. The main work in the analysis is the assembly of the stiffness matrix which represents the linear relations between joint displacement and external forces vectors, then we compute the joint displacements.

2. Derivation of the overall stiffness matrix.

The assembly of the stiffness matrix of the stiffened plate Fig. 1. is considered the main problem in the analysis. The assembly is based on the application of the equilibrium method[1] on the different members of the equivalent grillage.

2.1. Assumptions :

1. The stiffened plate and consequantly the equivalent grillage are considered as a linear structure such that :

ANALYSIS OF STIFFENED PLATES BY GRIDWORK METHOD

By

Dr. FAIK FAHIM MAHMOUD.

Summary

The present work is a new approch for the analysis of the stiffened plate by using matrix method. The analysis is based on a new gridwork model investegated by Mohsen and Sadek[1]. The stiffened plate is transformed to an equivalent grillage. The flexural properties of the grillage members depend on the flexural rigidity of both plate and stiffners. The effect of position, numbers and direction of stiffners on the flexural behaviour of plate are studied.

Symbols :

A	member cross sectional area
a	plate length
D	flexural rigidity of plate
d	displacement vector
E	Young's modulus
G	modulus of rigidity
I	second moment area
k	stiffness
L	member length
M	moment per unit length of plate
m	moment
p	force vector
x, y, z	member coordinate system
x, y, z	structure coordinate system
α	angle between x, x direction
c	cos α
s	sin α

Subscripts

1,2	end number of the member
ϕ	for torsional properties
s	for stiffners
L	for longitudinal stiffners
T	for transverse stiffners

1. *Introdution :*

The structural plates have been widely used in the aerospace and aeronautical industries, hence, the analysis of plate in flexure has recieved the attention of a great number of investigations. A large amount of work has been published giving approximate as well as exact solutions for particular plate problems. Unfortunately, these solutions have been limited to praticular cases.

The stiffened plates subjected to lateral loads have been studied by using two approximate techniques. The first one based on the reduction of the composite structure to a continuous plate. The rigidities per unit length in the two directions are equal to the sum of the plate and effective rigidities of the stiffners distributed along the length and width of the plate. Hopmann[4] used an experimental method to determine plate stiffnesses. Once these stiffnesses have been determined by tests, it may be used in calculating bending and deflections for plate of identical stiffness distribution. Radok, Irning and Mullineux[5] considered the stiffners as being equivalent to effective load, represented by a diracdelta functions or triangular loading along strips of finite width. Then carry on the analysis by using the double

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106

ADVERTISEMENTS

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

Vol. IX — No. 3 July-August-September 1970

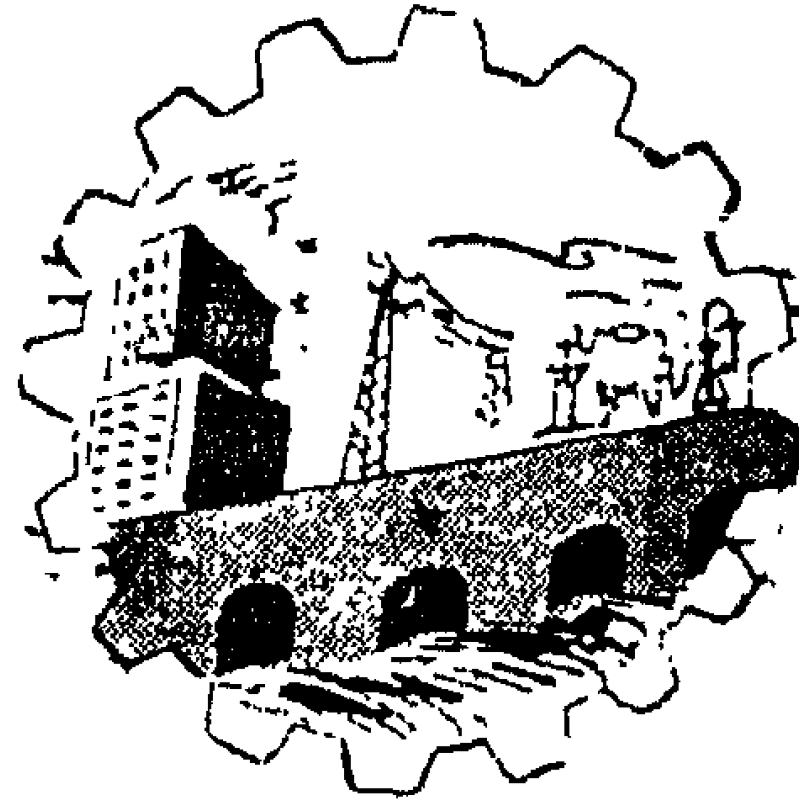
CONTENTS

ENGLISH SECTION

Page

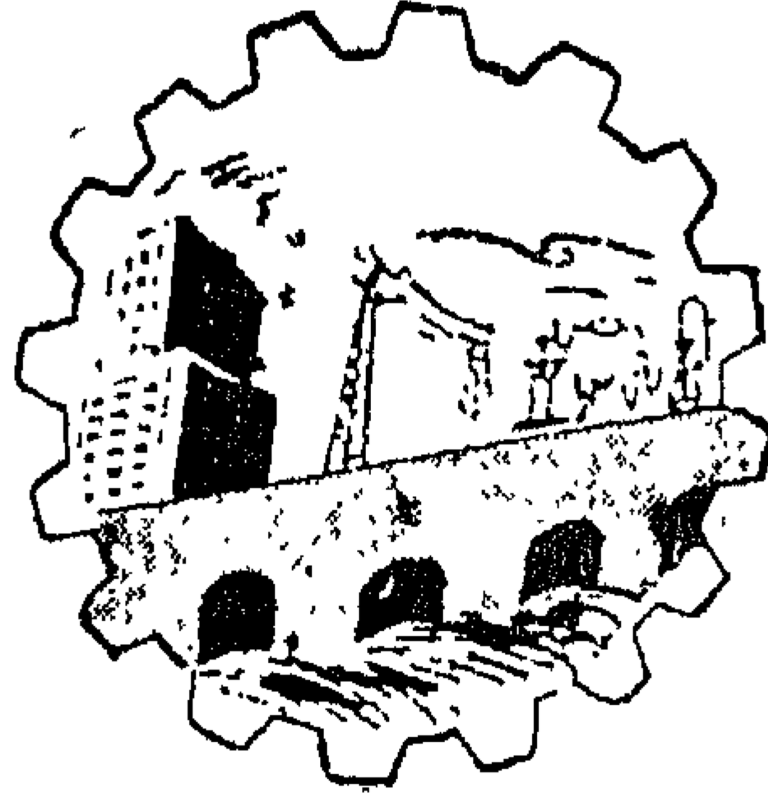
ARABIC SECTION

«Mondiale» Press—Cairo



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U. A. R.

July-August-September 1970.
Vol. IX
No. 3



مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العدد الرابع | المجلد التاسع | أكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٧٠

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٢٩٨/١٩٧٠

المطبعة العالمية ١٦، ١٧ شارع فرج سعد بالقاهرة

مجلة جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية - تصدرها كل ثلاث شهور

جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة التاسعة | العدد الرابع | أكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٧٠

محتويات هذا العدد

القسم العربى

القسم الأفرنجى

بيانات

مقر المجلة

جمعية المهندسين المصرية

٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة

تليفون : ٥٢١٠٦

- جميع أعضاء جمعية المهندسين مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم
- الاشتراك السنوى لغير الأعضاء : ٦٠ جم للمهندس ، ١٠٠ جم للهيئات
- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين
- المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية وأى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر بها وتعبر عن رأى كاتبها فقط.

الإعلانات

مؤسسة مصر للطباعة والنشر

القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٥٩١٠٩

آثر الحديد على عمارة القرن التاسع عشر

للدكتور المهندس عصام الدين عبده بدر
والدكتور المهندس محمد سامى الشافعى

مقدمة

فى نهاية القرن الثامن عشر كان الحجر والطوب والخشب هى مواد البناء الرئيسية المستعملة، ولم تستخدم المعادن بصفة عامة إلا نادراً وذلك كمادة إنشائية مساعدة كما نجد فى بعض الأمثلة لعمارة الإغريق والرومان كاستخدام أسياخ من البرونز فى تسليح أقبية حمامات كركلا، واستخدم الحديد أيضاً بخواصه الإنشائية مادة تتحمل الشد ...... Tension كأحزمة ...Tension rings حول قبة كاتدرائية سان بيتر بروما لميكيل أنجلو (١٥٤٦) وكذلك بقبة كاتدرائية سان بول لسير كريستوفور بلندن (١٦٧٥ — ١٧١٠).

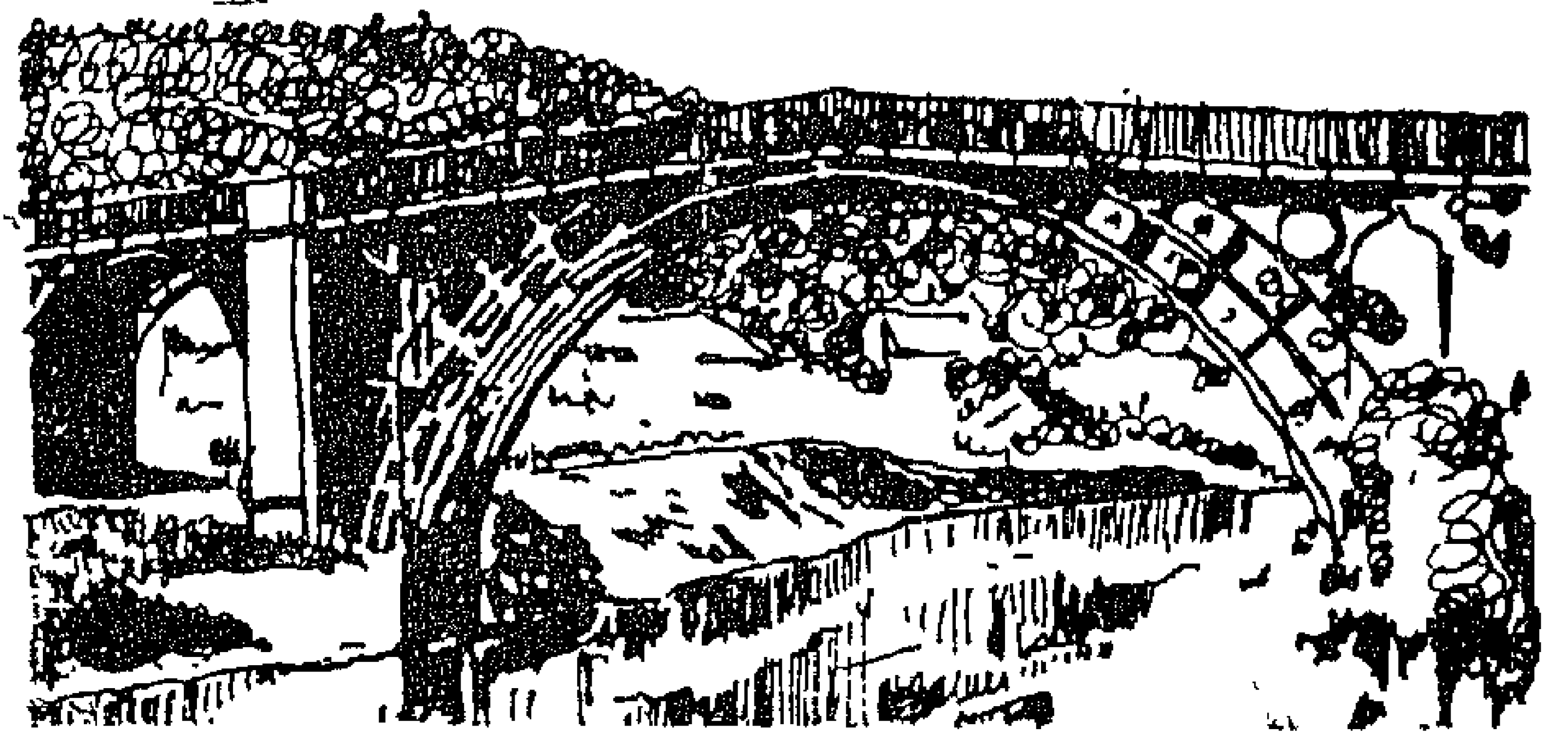
وقد بدأ استخدام الحديد كمادة إنشائية أساسية منذ استطاع الإنسان إنتاجه اقتصادياً بكميات وفيرة حوالى عام ١٧٥٠. ويعتبر التوسع فى إنتاج الحديد حجر الزاوية لقيام الثورة الصناعية بأوربا والتى كان لها أثر بعيد فى تقدم طرق البناء وتغير المفهوم المعمارى.

وقد كان الحديد فى بداية تصنيعه — كحديد زهر ......Cost iron ضعيفاً فى مقاومته للشد وبالتقدم فى صناعته وتحسن خواصه أمكن إنتاج الحديد المطاوع ......Wrought iron الذى استخدم إنشائياً فى الحديد الزهر فى الأماكن التى تحتاج إلى مقاومة الشد. وقد استطاع هنرى كورت Henry Cort فى عام ١٧٨٤ تحويل الحديد المطاوع إلى صلب steel لأول مرة وقد تبعت ذلك محاولات عدة للتوسع فى إنتاج الصلب وتحسين خواصه حتى أصبح اليوم مادة إنشائية لها خواصها المعروفة والتى مكنت من استخدامه بكفاية عالية.

تطور إنشاء الكبارى

كانت الكبارى هى المجال الرئيسى لاستخدام الحديد كمادة إنشائية رئيسية وذلك بعد أن أمكن التوسع فى إنتاجه اقتصادياً. ففى عام ١٧٥٥ صمم أول كوبرى من الحديد الزهر عبر نهر الرون بمدينة ليون ببحر span يبلغ ٢٥ متراً ولكن هذا المشروع لم ينفذ وذلك لعدم إمكان تصنيع أجزائه بالمقاسات المطلوبة.

وقد أنشئ أول كوبرى فى عام ١٧٧٥ — ١٧٧٩ من الحديد الزهر عبر نهر سفرن Severn بانجلترا ببحر يبلغ ٣١ متراً (شكل ١) وقد قام بتصميمه على نحو يشابه المنشآت الخشبية المهندس بريتشارد T.F. Pritchard ويتكون من خمسة عقود نصف دائرية تقريباً صنع كل عقد منها من نصفين متكاملين. وقد حقق هذا الكوبرى بساطة فى التعبير لم تكن معهودة فى الأعمال الإنشائية المعاصرة والتى كانت



(شكل ١) كبرى سفرن Severn بانجلترا (١٧٧٥ — ١٧٧٩)
بحر ٣١ متر — المهندس بريتشارد T.F. Prich

الزخارف تكون عنصراً جوهرياً فى تكوينها وبهذا يعتبر هذا الكوبرى بداية طريق لتطور المفهوم المعمارى نحو البساطة والتعبير الإنشائى السليم والتفكير المعمارى المنطقى .

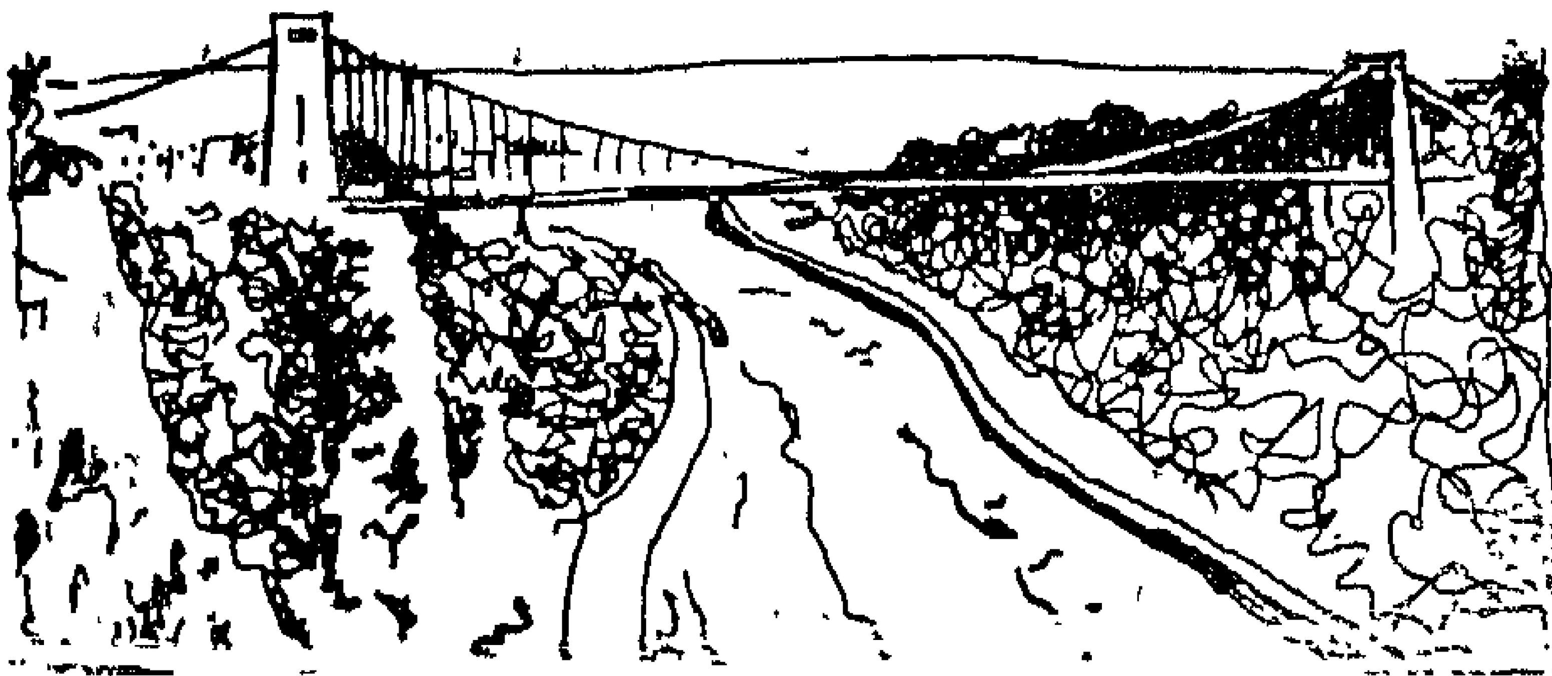
تلى إنشاء كوبرى سفرن مجموعة من الكبارى بانجلترا حاول المهندسون فيها اجتياز أبحر كبيرة نسبياً ومن أهم هذه الكبارى كوبرى نهر سندرلاند Sunderland فى شمال شرق انجلترا (١٧٩٣ — ١٧٩٦) والذى يبلغ بحره ٧٣ متراً وقد قام بتصميمه المهندس رولاند بوردونز Rowland Burdons من ستة عقود بسيطة الانحناء flat arches من الحديد الزهر ومربوط بعضها البعض بواسطة شدادات من الحديد المطاوع ويتكون كل عقد من ١٥٠ قطعة كل منها على شكل شبه منحرف مفرغ وتجمع مع بعضها بطريقة تشابه العقود الحجرية وقد أثار هذا الكوبرى كثيراً من الإعجاب وذلك لقلة كمية المادة الإنشائية المستخدمة وذلك على الرغم من عدم استخدام الحديد بإمكانياته الإنشائية التى تتفق مع خواصه على الوجه الأكمل .

وقد قام المهندس توماس تلفورد Thomas Telford بعد خمسة أعوام من إقامة كوبرى سندرلند بعمل تصميم لكوبرى لندن ببحر يبلغ ١٧٣ متر وذلك على نفس النمط الإنشائى الذى اتبع بكوبرى سندرلاند ، وقد اعتبر فى ذلك الوقت نصراً إنشائياً هاماً نظراً لكبر البحر رغم أن التصميم لم يخرج إلى حيز التنفيذ كما قام توماس تلفورد فى عام ١٨١٥ بعمل كوبرى عبر نهر سبى Spey باسكتلندا ، وقد استخدم فى إقامته الحديد بنفس الطريقة المتبعة فى الإنشاءات الخشبية .

أما فى باقى أجزاء أوربا فإن الأمثلة الأولى لاستعمال الحديد فى إنشاء الكبارى لم تكن ذات قيمة إنشائية تذكر وكما أنها لم تصل فى بحورها إلى نظيراتها فى انجلترا .

بدخول الحديد المطاوع والذى يتميز بمقاومته العالية فى الشد بدأ تطور جديد فى إنشاء الكبارى وهو الكبارى المعلقة وقد أنشىء أول كوبرى من هذا النوع عام ١٨٩٦ فى شمال أمريكا ، وقام بتصميمه المهندس جيمس فنلى James Finley ليعبر به بحراً يبلغ ٢١ متراً كما قام فنلى بإنشاء مجموعة أخرى من الكبارى المعلقة كان أطولها الكوبرى عبر شلالات شنيكل Schnylkill ويبلغ بحره ٩٣,٠٠ متراً ومن أشهر بناة الكبارى المعلقة فى أمريكا المهندس جون ريلنج John A. Roebling ومن أهم أعماله كوبرى بروكلين بنيويورك (١٨٦٨) ، والذى يبلغ بحره ٤٨٦,٠٠ متراً (شكل ٤) .

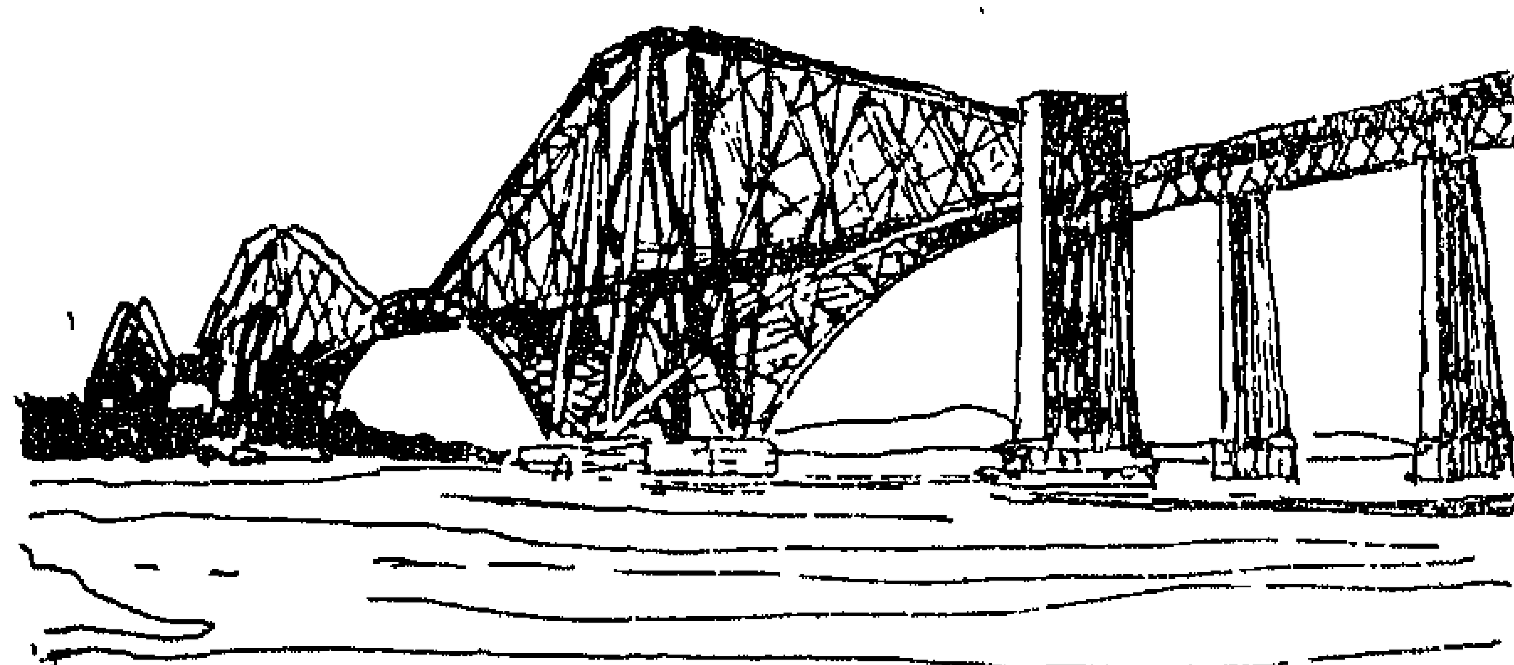
وقد تأثر توماس تلفورد بهذا النوع من الكبارى ، وقام بدوره بإنشاء كبارى معلقة فى انجلترا تجاوزت بحورها المائة متر ، وتبعه فى ذلك مهندسون آخرون من أشهرهم إيسامبارد برونل الذى قام بتصميم كوبرى كليفتون Clifton المعلق فى بريستول (شكل ٢) والذى يبلغ بحره



(شكل ٢) كوبرى كليفتون Clifton بريستول ١٨٣٦ بحر
٢٠٠ المهندس ايسامبارد برونل Isambard Brunel .

٢٠٠ متراً (١٨٣٦) وكذلك نجد أمثلة أخرى فى أوربا للكبارى المعلقة ومن أهمها الكوبرى الذى بناه مارك سيجوين عبر نهر الرون فى تورنون بفرنسا (١٨٢٤) .

وفى النصف الثانى من القرن التاسع عشر بدأ إنشاء الكبارى باستعمال عقود أو كمرات من الصلب ومن أهم الأمثلة الأولى كوبرى بريتانيا على الساحل الغربى بانجلترا ويتكون من فتحتين يبلغ بحر كل منهما ١٤١ متراً وقد بتصميمه المهندس روبرت ستيفنسن مستخدماً كمرات ذات قطاع صندوقى الشكل وقد اعتمد تطور هذا النوع من الكبارى على التقدم فى حساب الإنشاءات وخاصة فى حساب الإنشاءات الشبكية Lattice Structures . . . وكذلك فى إدخال أنواع جديدة من النظم الإنشائية Structural Systems ذات الكفاية العالية ومن أهمها كمرة جربر Gerber beam والتى طبق استعمالها فى كثير من كبارى أوربا وأمريكا ومن أشهر التطبيقات كوبرى فيرث أوف فورث Firth of Forth بانجلترا والذى يتكون من فتحتين أساسيتين يبلغ بحر كل منهما ٥٢١ متراً وقد قام ببنائه المهندس ب . بيكر فى عام ١٨٨٣ — ١٨٩٠ (شكل ٣).



(شكل ٣) كوبرى فيرث اوف فورث Firth of Forth ١٨٨٣ — ١٨٦٠ بحر ٥٢١ متر المهندس B. Barker

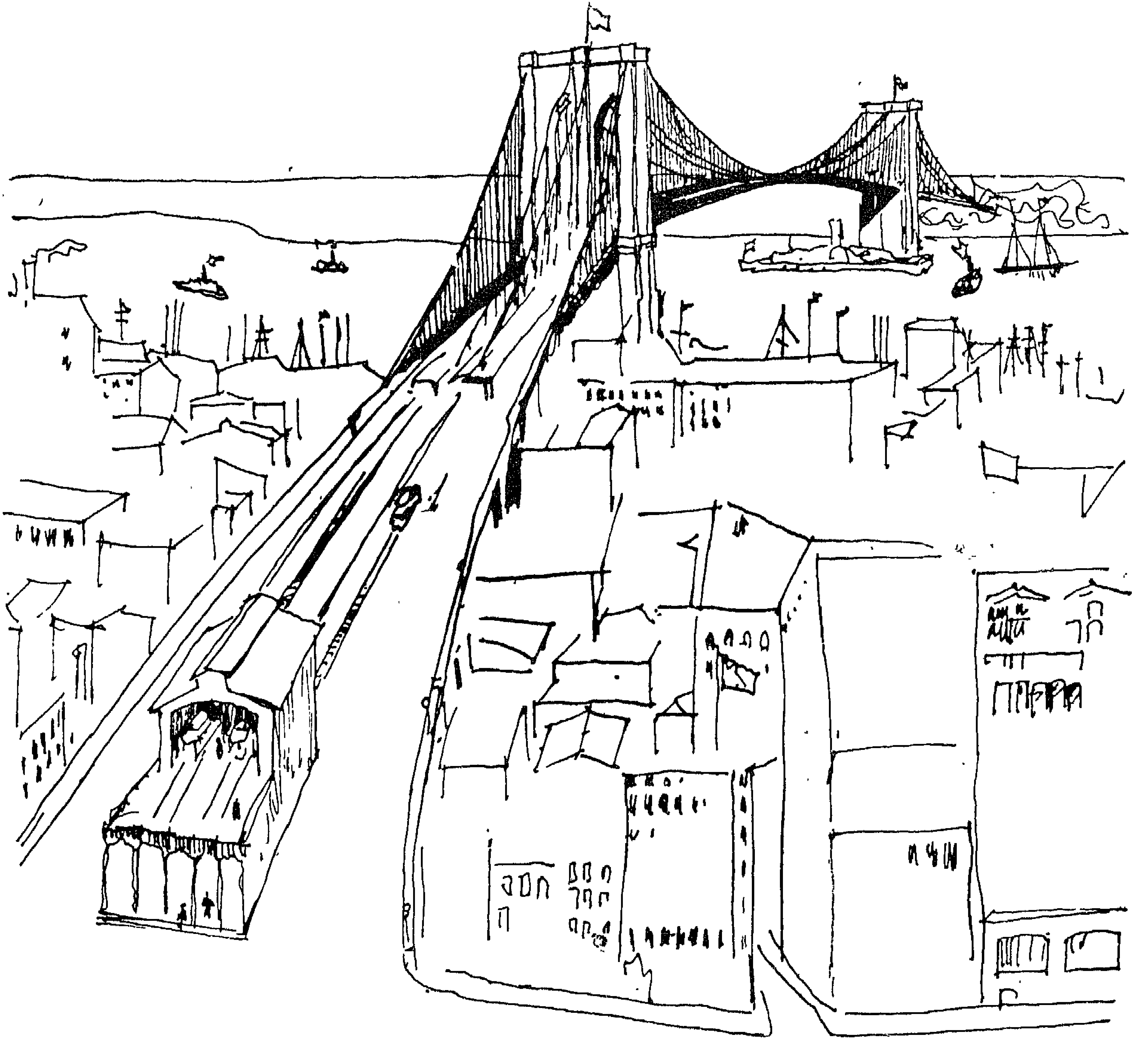
وقد كشفت تلك الكبارى الخواص الإنشائية للحديد فى أوضح صورها وسرعان ما حاول الإنشائيون استعمال الحديد فى أعمال البناء وفى مجالات غير مجال إنشاء الكبارى فحسب وبذلك صاحب تطور إنشاء هـذه الكبارى بجميع أنواعها تطور مرادف له فى المبانى .

بدء استعمال الحديد فى المبانى :

بدء استعمال الحديد فى المبانى كمادة إنشائية بديلا للخشب الذى كان عرضة للحريق من وقت لآخر ، وقد أصبح ذلك ممكناً منذ الوقت الذى زاد إنتاج الحديد فيه إلى الحد الذى يسمح باستعماله كمادة إنشائية اقتصادية . وقد حل الحديد أول الأمر محل الخشب فى عناصر إنشائية كالأعمدة أو فى الأسقف ثم تطور استعماله بعد ذلك حتى أصبح الهيكل الإنشائى بأ كمله من الحديد .

وقد استعملت الأعمدة من الحديد الزهر منذ نهاية القرن الثامن عشر خاصة فى محالج القطن بانجلترا والتى احتاجت ماكيناتها إلى توفير أكبر فراغ ممكن بأقل عوائق إنشائية ثم عم استعمالها بعد ذلك فى مبانى مختلفة الأغراض كالمعارض والأسواق والمكتبات وقد لعبت دوراً هاماً فى التطور الإنشائى لناطحات السحاب بشيكاغو كما استعملت كثيراً فى انجلترا وفى أمريكا فى إنشاء الواجهات وتكوينها ، ومن الأمثـلة الأولى مبنى Royal Pavilion فى برايتون Brighton ١٨١٨ — ١٨٢١ بانجلترا المهندس جون ناش John Nash وتظهر فيه الأعمدة بارتفاع كبير مما أعطاه شكلا يقارب جذوع النخيل وأكد المهندس ذلك بتشكيل تيجان لها على شكل أوراق النخيل وذلك فى الفراغ المخصص للمطبخ وكانت نسب هذه الأعمدة تعتبر شيئاً غريباً وذلك فى وقت كانت فيه النسب الكلاسيكية تسيطر على أى تكوين أو شكل معمارى وتعتبر بذلك عن بداية لثورة ضد قوانين النسب الكلاسيكية .

ومن أوائل الأمثلة لاستعمال الحديد فى الأسقف مبنى المسرح الفرنسى Théâtre Francais (١٧٨٦) لمهندس المسارح المشهور فيكتور لويس ومخزن للقمح للمهندسين بيلانجيه Pellange وبرونيت Brunette (١٨١١) ويظهر فى كلا المثلين التأثر الواضح بالأشكال الإنشائية التقليدية للخشب ويذكر ذلك بما اتبع فى الكبارى الحديدية الأولى والتى استعمل فيها الحديد كبديل للحجر أو الخشب .



(شكل ٤) كوبرى بروكلين Brocklyn بنيويورك (١٨٦٨) بحر ٤٨٥ متر المهندس جون روبلنج John Roebling

وقد كان لاستعمال الزجاج مع الحديد أثر كبير فى تطور العمارة بصفة عامة ، فمن ناحيـة المفهوم الفراغى space concept بدأ الاندماج بين الفراغ داخل المبنى والفراغ خارجه والذى يعتبر أساس تطور العمارة المعاصرة ، كما أنه أثر على تطور المفهوم الإنشائى حيث أصبح الهيكل المعدنى مجرداً ودون أى غلاف مادى يؤثر على تعبيره الإنشائى وبذلك عاد المفهوم الإنشائى والذى افتقدناه منذ العمارة القوطية إلى الوجود كأداة للتعبير المعمارى ومصدراً للناحية الجمالية aesthetic .. وقد بدا استعمال الزجاج والحديد معاً فى إنشاء الأسقف المقببة بانجلترا وفرنسا وذلك لبعض القاعات المخصصة للاجتماعات مثل مبنى Galerie d'Orléans بباريس (١٨٢٩ — ١٨٣١) للمهندس فونتين Fontaine .. ولـكن الأعمدة الحاملة للسقف ظلت من الحجر وكان أول مبنى اقتصر إنشاؤه بالـكامل على استعمال الحديد والزجاج

هومبنى حفظ النباتات الملحق بمتحف التاريخ الطبيعى بباريس (١٨٣٣) للمهندس روهولت Rouhault وقد استخدمت فيه ألواح زجاجية كبيرة وكانت القطاعات المستخدمة فى الهيكل الإنشائى صغيرة بالنسبة إلى القطاعات الخشبية التى كانت تستعمل فى مثل هذه المبانى . وقد ساعد ذلك على دخول الضوء بكميات كبيرة إلى الداخل وسمى المبنى فى ذلك الوقت بالحديقة الزجاجية . ويعتبر هذا المبنى نقطة البداية لكثير من مبانى غيره لحفظ النباتات فى أوربا بوجه عام والتى استوحى منها عالم النباتات والمهندس جوزيف باكستون Joseph Paxton معرضه المشهور قصر الكريستال Crys tal Palace (شكل ١١) والذى كان بداية لسلسلة من المعارض تعتبر الأساس للتطور المعمارى نحو المنطق والاستخدام السليم للمواد والاعتماد على الإنشاء بمعناه العلمى للحصول على عمارة سليمة جادة .

نحو الأنشاء الهيكلى

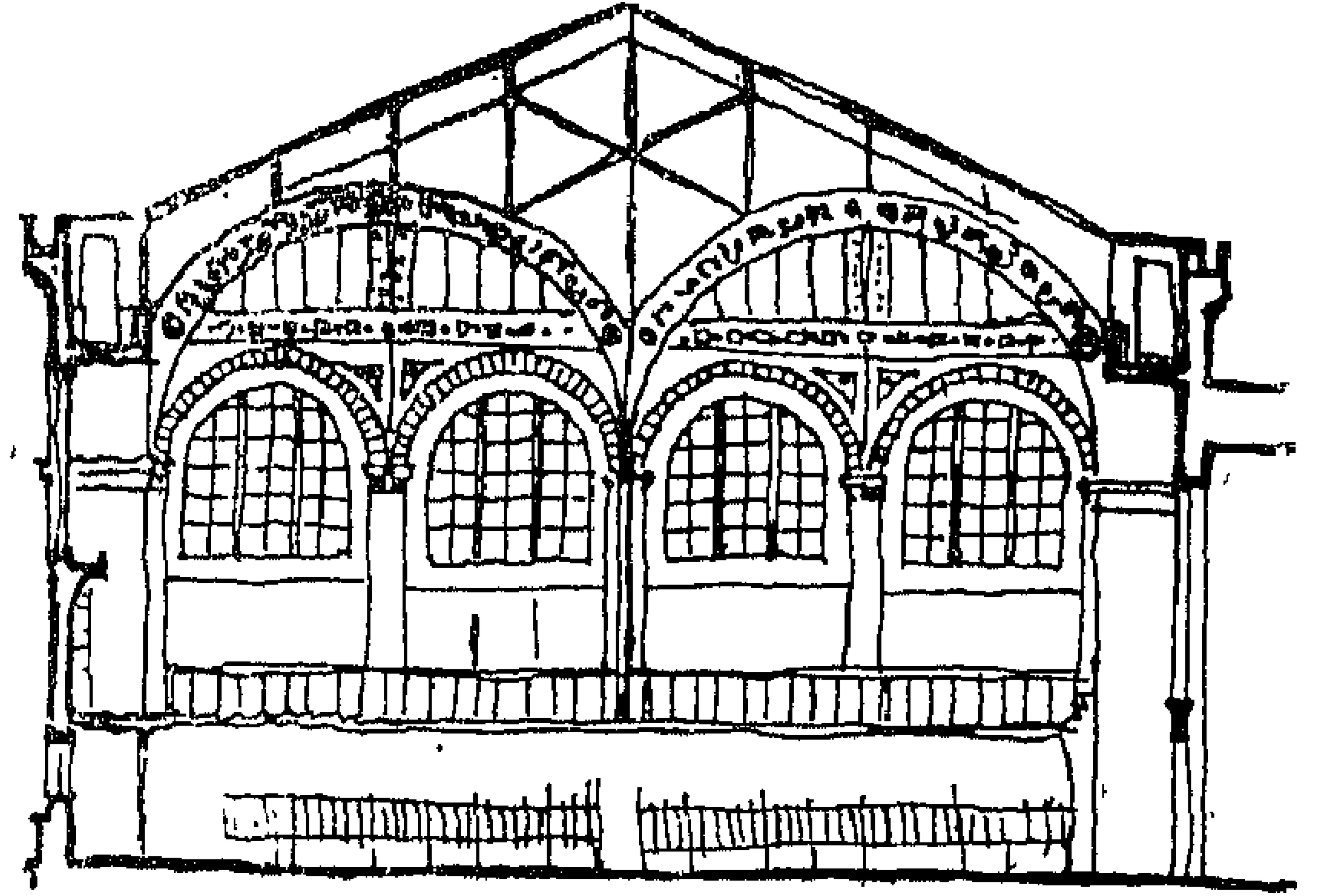
فى بداية القرن التاسع عشر لم يعد استعمال الحديد قاصراً على عناصر إنشائية كالأعمدة أو الأسقف فحسب ، بل تطور إلى إنشاء أعمدة من الحديد الزهر تتصل بها كمرات أو عقود من الحديد المطاوع وذلك فى هيكل إنشائى داخلى يحيطه من الخارج غلاف من الحوائط السميكة حيث كان الطابع الكلاسيكى للواجهات ما زال مسيطراً فى العمارة .

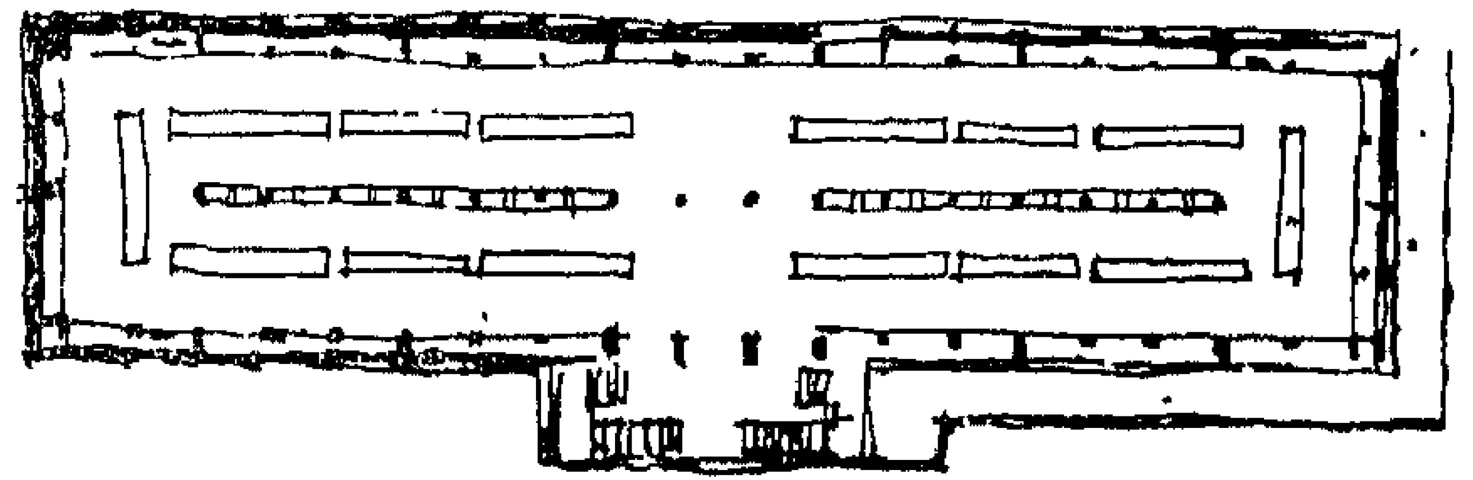
وقد بدأ ذلك التطور الهام فى إنجلترا عام ١٨٠١ عند إنشاء محلج للقطن بسالفورد فى مانشستر Salford, Manchester للمهندس بولتون وات Boulton Watt وكان المبنى يتكون من سبعة أدوار وأقيم على قطعة أرض ٤٢ × ١٣ م وترتكز الأسقف على كمرات حديدية تمتد بين الحوائط الخارجية للمبنى وترتكز عليها وعلى صفين من الأعمدة الداخلية من المواسير الزهر وضعت على مسافات متساوية ، وقد استعمل لهذه الكمرات قطاع على شكل I—beam وذلك لأول مرة ، وبالرغم من أن حساب الإنشاءات فى ذلك الوقت لم يكن تطور بحيث يثبت كفاءة ذلك القطاع فى تحمله لعزوم الانحناء فان المهندس الإنشائى توصل إليه بغريزة وإحساس إنشائى خلاق ، وقد عم استعمال مثل هذه الكمرات مع تغييرات بسيطة فى أبعاده فى النصف الأول من القرن التاسع عشر وفى عام ١٨٤٥ أمكن فى فرنسا إنتاج الحديد المسحوب لأول مرة بأبعاد مختلفة حسب المتطلبات الإنشائية .

كان هذا المحلج الخطوة الأولى نحو إنشاء مصانع ومخازن وأبنية عامة مختلفة على نفس النمط الإنشائى وذلك فى إنجلترا وفرنسا كما ساد تطبيق هذا الإنشاء فى أمريكا فى بناء مخازن البضائع الكبيرة فى بوستن وسانت لويس ونيويورك وغيرها من المدن الهامة والتى كانت النواة الأولى فى تطور مدرسة شيكاغو للعمارة وهو التطور الذى اعتمد أساساً على الهيا كل الحديدية فى إنشاء المبانى العامة وناطحات السحاب .

ومن أهم المهندسين الذين ينتمون إلى هذه الفترة هنرى لابروست (١٨٠١ — ١٨٧٥) Henri Labrouste وقد تلقى تعليمه فى مدرسة الفنون الجميلة بباريس وحصل منها على جائزة روما الكبرى والتى تتيح له السفر إلى روما لدراسة آثارها وخلال المدة التى قضاها فى روما تأثر كثيراً بالمنطق الإنشائى للآثار الرومانية دون أن يتأثر بالأشكال الناتجة عنها أو يحس بها صالحة للعصر الذى يعيش فيه بامكانياته ومواده الجديدة ثم عاد إلى باريس فى عام ١٨٣٠ ليبدأ عمله كمعمارى وإنشائى فى نفس الوقت وليبدأ حرباً ضد مبادىء التعليم المعمارى فى مدرسة الفنون الجميلة والتى اعتمدت أساساً على النقل من الطرز القديمة واعتبرت العمارة فرعا من الفنون دون اعتبار يذكر للنواحى الإنشائية وقد أسس لابروست مدرسة للتعليم المعمارى تعتمد أساساً على المنطق الإنشائى ونادى بأن يكون الإنشاء نفسه هو الوسيلة الوحيدة للتعبير المعمارى ومصدراً للنواحى الجمالية وأن يكون الشكل المعمارى لأى مبنى متلائماً مع الوظيفة التى يؤديها . وقامت مدرسة الفنون الجميلة بدورها بمحاربة ما أسمته بمدرسة لابروست المنطقية ولم يسند اليه أى عمل حتى الأربعينات من القرن التاسع عشر .

ويعتبر أهم عماية قام بها لابروست مكتبة سانت جنفيف (١٨٤٣ — ١٨٥٠) (شكل ٥) ثم المكتبة الوطنية

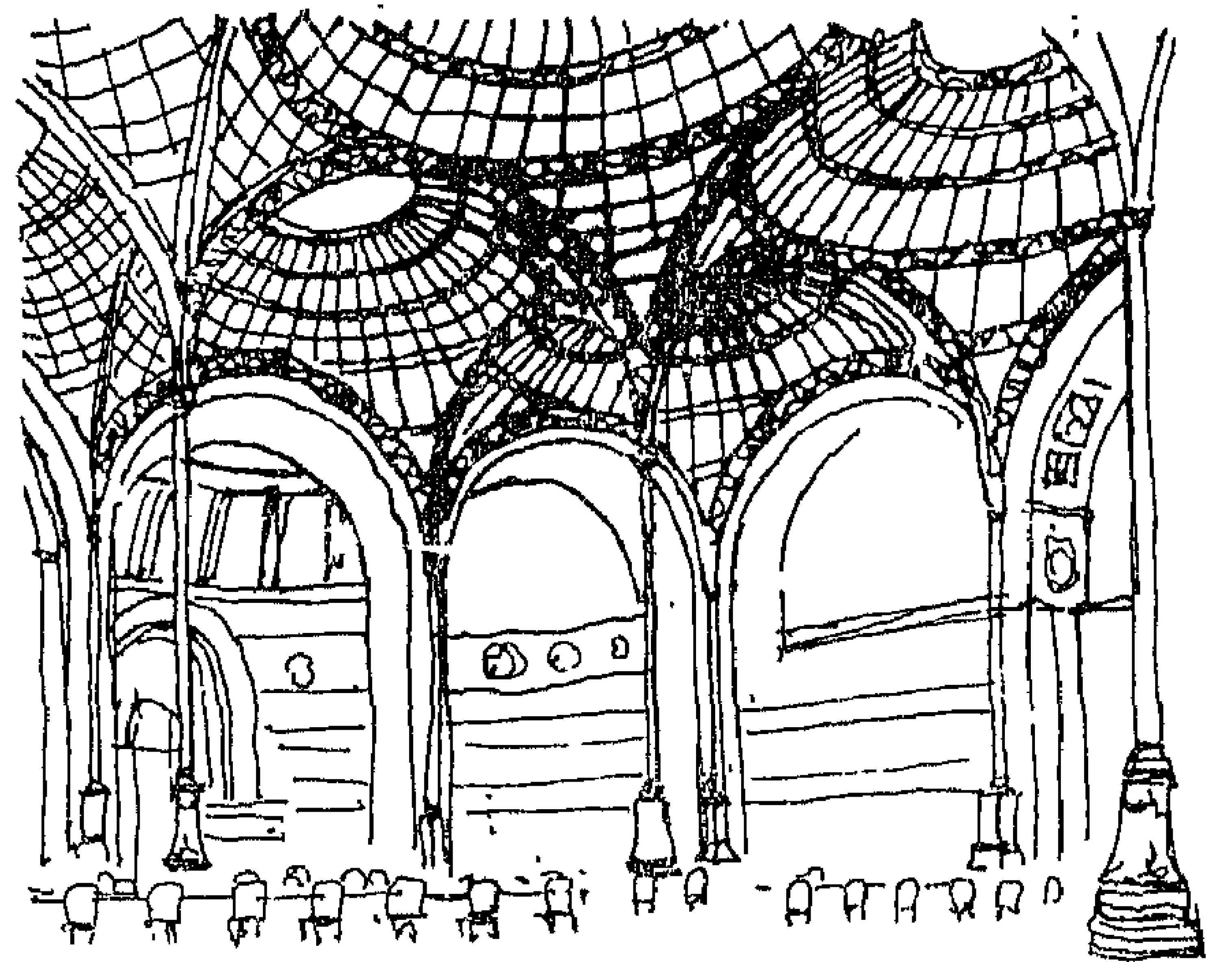




(شكل ٥)

مكتبة سان جفيف بباريس St. Geneviève (١٨٤٣ — ١٨٥٠) المهندس هنرى لابروست Henri Labroust

(١٨٥٨ — ١٨٦٨) (شكل ٦) بباريس ويتكون الإنشاء فيها من أعمدة داخلية من الحديد الزهر وتحمل عقوداً من الحديد المطاوع ويحيط بذلك الهيكل الإنشائى



(شكل ٦) المكتبة الوطنية بباريس Bibliothèque Nationale المهندس هنرى لابروست Labrouste

حوائط سميكة تغلفه وذلك على نفس النمط الإنشائى الذى اتبع فى محاج سالفورد ، وفى مخزن الكتب بالمكتبة الوطنية وهو المكان الذى لا يقصده الجمهور تخلص لابروست من الزخارف نهائياً واستعمل فى أسقف الأدوار به ألواح على شكل جريليات من الحديد الزهر وقد استوحى تصميمه ذلك من أرضيات غرف الماكينات بالسفن التجارية أما السقف العلوى المخزن فكان سقفاً زجاجياً حتى يتيح إدخال أكبر كمية من الضوء إلى داخل فراغ المخزن ، كما أن لابروست كان من أوائل من استعملوا الحوائط الزجاجية لفصل الفراغات ذات الوظائف المختلفة فى مبنى عام ونرى ذلك فى الحائط الزجاجى الكبير الذى يفصله مخزن الكتب عن صالة القراءة .

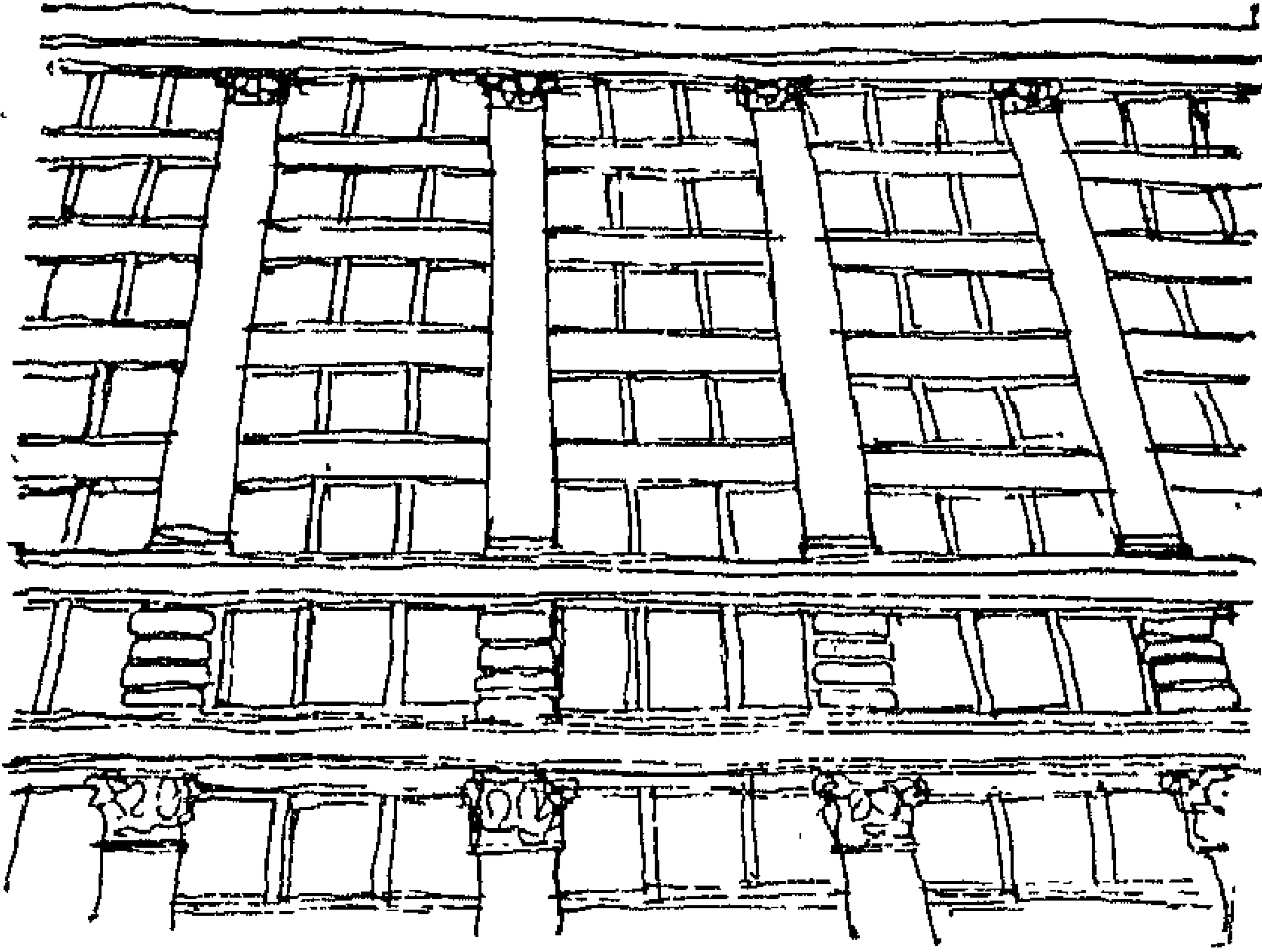
تطور الهياكل الحديدية

بدأ الإنشاء الهيكلى بمعناه الإنشائى الصحيح فى الولايات المتحدة عند نهاية منتصف القرن التاسع عشر وكان ذلك بالاستغناء عن الحوائط الخارجية المغلفة للهياكل الحديدية الداخلية والاستعاضة عنها بأعمدة من الحديد الزهر وأول من قام بذلك المهندس جيمس بوجاردس (١٨٠٠ — ١٨٧٤) James Bogardus فى عام ١٨٤٨ واستعمل الهياكل الحديدية لإنشاء المصانع والمخازن والمحلات التجارية ومبانى المكاتب وقد استطاع بوجاردس بتخلصه من الحوائط الخارجية الحاملة أن يستعمل الزجاج بمسطحات كبيرة فى الواجهات غير أن أعمال بوجاردس لم تخل من تأثره بعمارة عصر النهضة فى تفاصيل الأعمدة والواجهات بوجه عام .

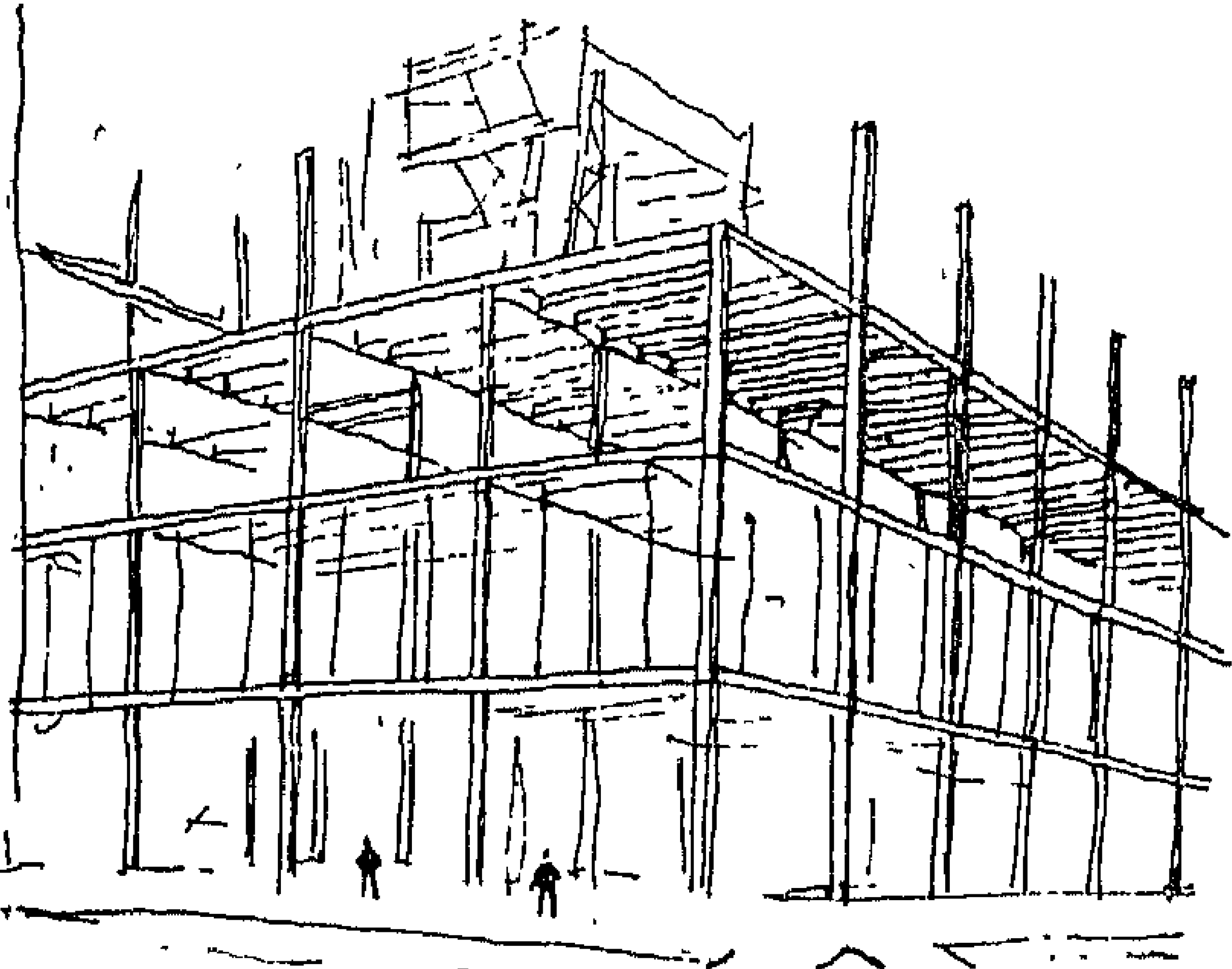
وفى الفترة بين عام ١٨٥٠ حتى عام ١٨٨٠ انتشرت فى جميع أنحاء أمريكا الهياكل الحديدية فى مختلف المبانى وكان المسئول عن إنشائها فى كثير من الأحيان ورش السباكة التى تقوم بصب أجزائها وذلك دون مشاركة فى التصميم من مهندس معمارى مما أدى إلى ظهور مجموعة كبيرة من المبانى التى تتسم بالصراحة الإنشائية والبعد عن الزخارف والطرز المعمارية ويظهر هذا التطور بوضوح فى مجموعة المبانى التجارية التى

أنشئت فى النصف الثانى من القرن التاسع عشر بمدينة سان لويس والتى تعبر واجهاتها عن الإنشاء فى بساطة ووضوح كاملين لم نعهدها فى أعمال المهندسين المعماريين حتى أمثال بوجاردس والذين تأثروا بدراستهم للزخارف والطرز القديمة .

وقد نادى بوجاردس بإمكان استخدام الهياكل الإنشائية الحديدية فى المبانى المرتفعة بكفاءة تزيد كثيراً عن أى وسيلة إنشائية أخرى واقترح استخدام وسائل ميكانيكية لنقل الناس إلى أعلا فى أحدى مشروعاته وبذلك أصبحت فكرة إنشاء ناطحات السحاب قريبة إلى أذهان الإنشائيين والمعماريين فى ذلك الوقت وقامت فى شيكاغو فى عام ١٨٨٣ أول ناطحة سحاب فى العالم فى مبنى Home Insurance Company وقام بتصميمها المهندس وليام لوبارون جينى William Le Baron Jenny وهو مؤسس مدرسة شيكاغو فى العمارة والتى اعتمدت أساساً على تطور مبانى المكاتب وقد كان جينى مهندساً إنشائياً ولم يتأثر كثيراً بالطرز المعمارية القديمة والتى كانت أساس الثقافة المعمارية فى ذلك الوقت خاصة فى فرنسا ، ولذا لم يكن يهتم كثيراً بالزخارف أو حتى التفاصيل فى أعماله ، وقد عمل فى مكتب لويس سوليفان Louis Sullivan والذى يعتبر مؤسس نظرية الوظيفة التى لعبت دوراً هاماً فى تطور الفكر المعمارى وقد كان من أهم الشخصيات فى مدرسة شيكاغو بعد ذلك ، ويلاحظ عموماً أنه بالرغم من الإنشاء الهيكلى إلا أن الواجهات لم تخل من إضافات عليها تظهر استمرار عناصر معمارية من الطرز التاريخية ويبدو ذلك واضحاً فى مبنى Fair Building (١٨٩١) بمقارنة الإنشاء نفسه والواجهات (شكل ٧) إلا أن سوليفان استطاع فى مبنى شركة كارسون بيرى وسكوت Carson, Pirie and Scott (١٨٩٩ — ١٩٠٤) أن يتحرر نهائياً من العناصر التاريخية لينشىء مبنى ناجحاً فى تفاصيله وتعبيره عن الإنشاء الهيكلى وقد اعتمد سوليفان فى واجهات مبانيه السابقة على تأكيد الاتجاه الرأسى أما فى ذلك المبنى فقد أعطى تعبيراً صادقاً للانشاء الهيكلى حيث تكونت الواجهات من وحدات مستطيلة من العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة) والعناصر الأفقية (الأسقف والكمرات) .



الواجهة



المبنى أثناء تنفيذه

(شكل ٧) مبنى Fair Building (١٨٩١) المهندس وليام لبارون جينى William Le Baron Jenny

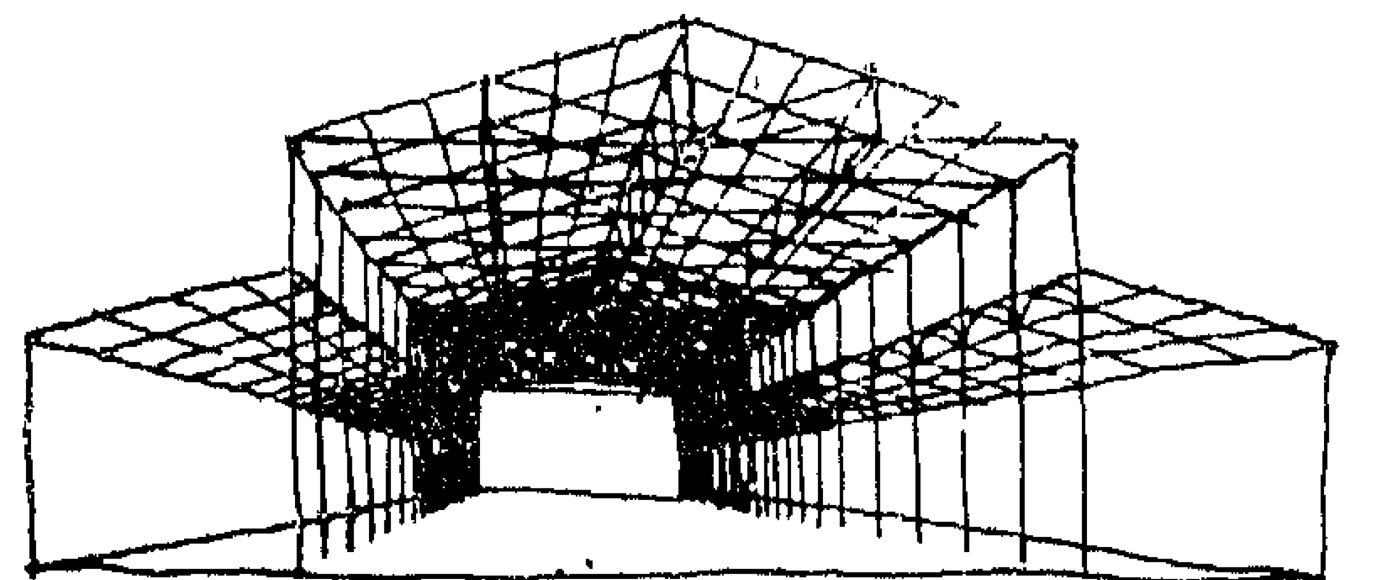
أما فى أوربا فان أول مبنى اعتمد أساساً على الإنشاء الهيكلى فقد كان مصنع الشيكولاته الذى بناه جولز سولنير Jules Saulnïer قرب باريس ويرتكز هذا المبنى على أربعة كمرات حديدية رئيسية مجوفة hollow iron girders وهى ترتكز بدورها على أربعة دعامات من الحجر، ويظهر الهيكل الحديدى فى الواجهة وتوضح الشدادات القطرية مدى تأثر سولنير بالطرق الإنشائية المتبعة فى الخشب ، هذا ويلاحظ أن حوائط هذا المصنع والتى بنيت من الطوب المجوف لا تؤدى أية وظيفة إنشائية بل تعمل فقط كستائر .

وقد كانت طريقة الإنشاء المتبعة بحيث تقع أسطح هذه الحوائط وكذلك السطح الخارجى للهيكل الإنشائى فى مستوى واحد دون أى بروز رأسى أو أفقى ، وقد كان الأسطح المستوية والتى ظهرت هنا نتيجة للطريقة الإنشائية المتبعة أثر كبير بعد ذلك فى تطور العمارة المعاصرة .

المنشآت ذات البحور الكبيرة :

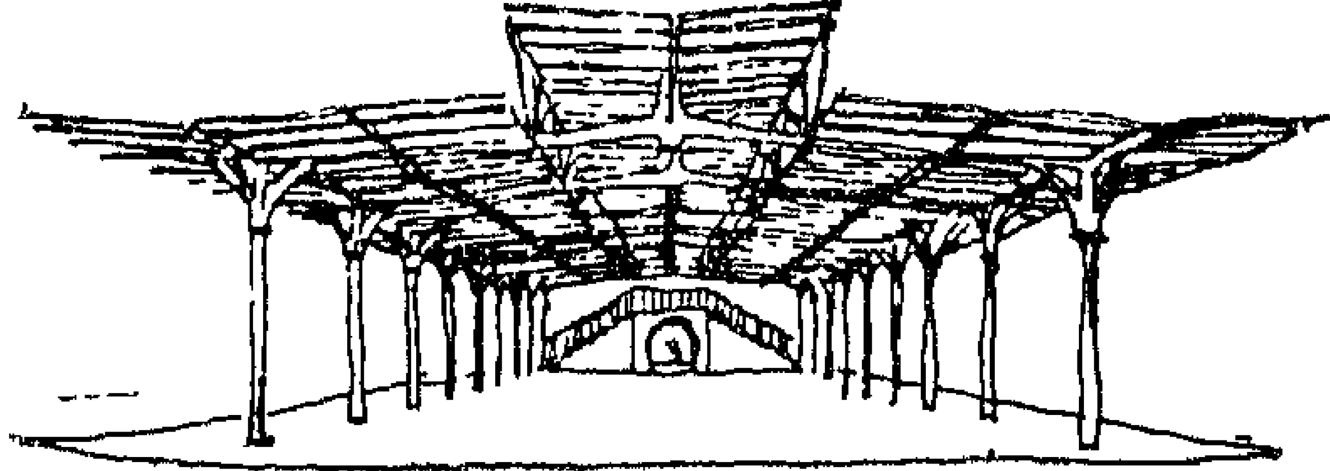
كان للثورة الصناعية وماصحبها من تغيير اجتماعى أثر كبير فى ظهور مبان جديدة تعتمد أساساً على حل مشكلة المنشآت ذات البحور الكبيرة كالأسواق الكبيرة والمحلات التجارية ومحطات السكك الحديدية ووجد المهندسون الانشائيون فى تلك المبانى مجالا كبيراً لاستخدام الإمكانيات الإنشائية للحديد كما أن التغير الاقتصادى الذى حدث فى تلك الفترة من ناحية اعتماد الصناعة على أسواق خارجية قد أوجد الحاجة إلى إنشاء معارض دولية لتقوم الدول المختلفة بعرض منتجاتها فيها وكانت هذه المعارض أساساً هاماً لتطور المنشآت الحديدية وكذلك فى تطور الفكر المعمارى بوجه عام .

ومن أوائل الأمثلة مبنى سوق مادلين Madeleine بباريس (١٨٢٤) والذى خلا تماماً من الزخارف واعتمد الإنشاء فيه على أعمدة من الحديد الزهر تحمل جمالونات حديدية يظهر فى تصميمها وعياً كاملا بتوزيع القوى والإجهادات (شكل ٨) ومن أهم المشروعات التى بالرغم من خروجها إلى حيز التنفيذ إلا أنها تعتبر مشاريع رائدة للتقدم الإنشائى والمعمارى مشروع الصالات الكبرى بباريس للمهندس هكتور هورو Hector Horeau (١٨٤٩)

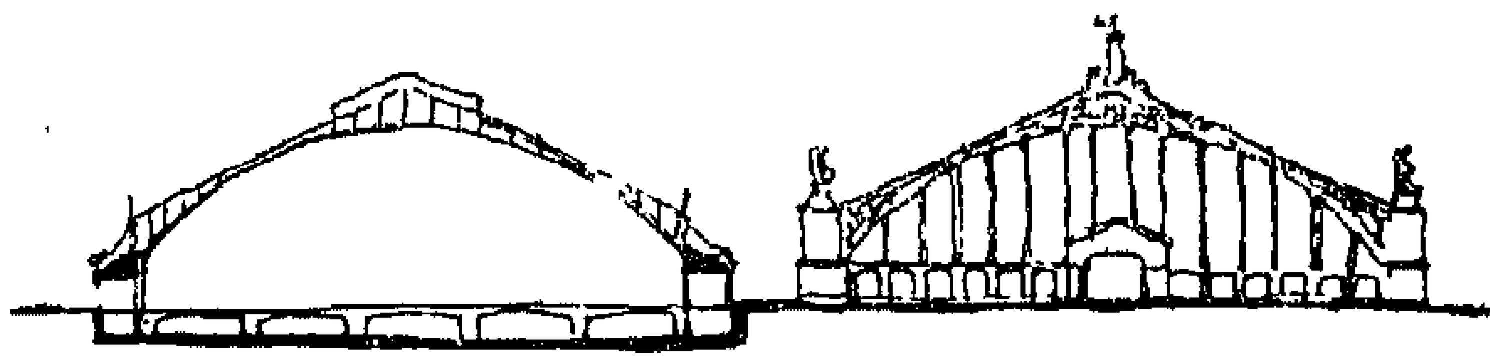


(شكل ٨) سوق مادلين Madeleine بباريس (١٨٢٤)

ويقترح فيه تغطية الصالات بجمالونات يبلغ اتساع بحرها ٩٠ متراً (شكل ١٠) وهو بحر لم يصل إليه حتى هذا الوقت أى إنشاء سابق ولكن تطور الحسابات الإنشائية فى ذلك الوقت لم يكن قد وصل إلى الحد الذى يسمح بتصميم هذا



(شكل ٩) سوق للسمك بلندن (١٨٣٥) بحر ١٩ متر

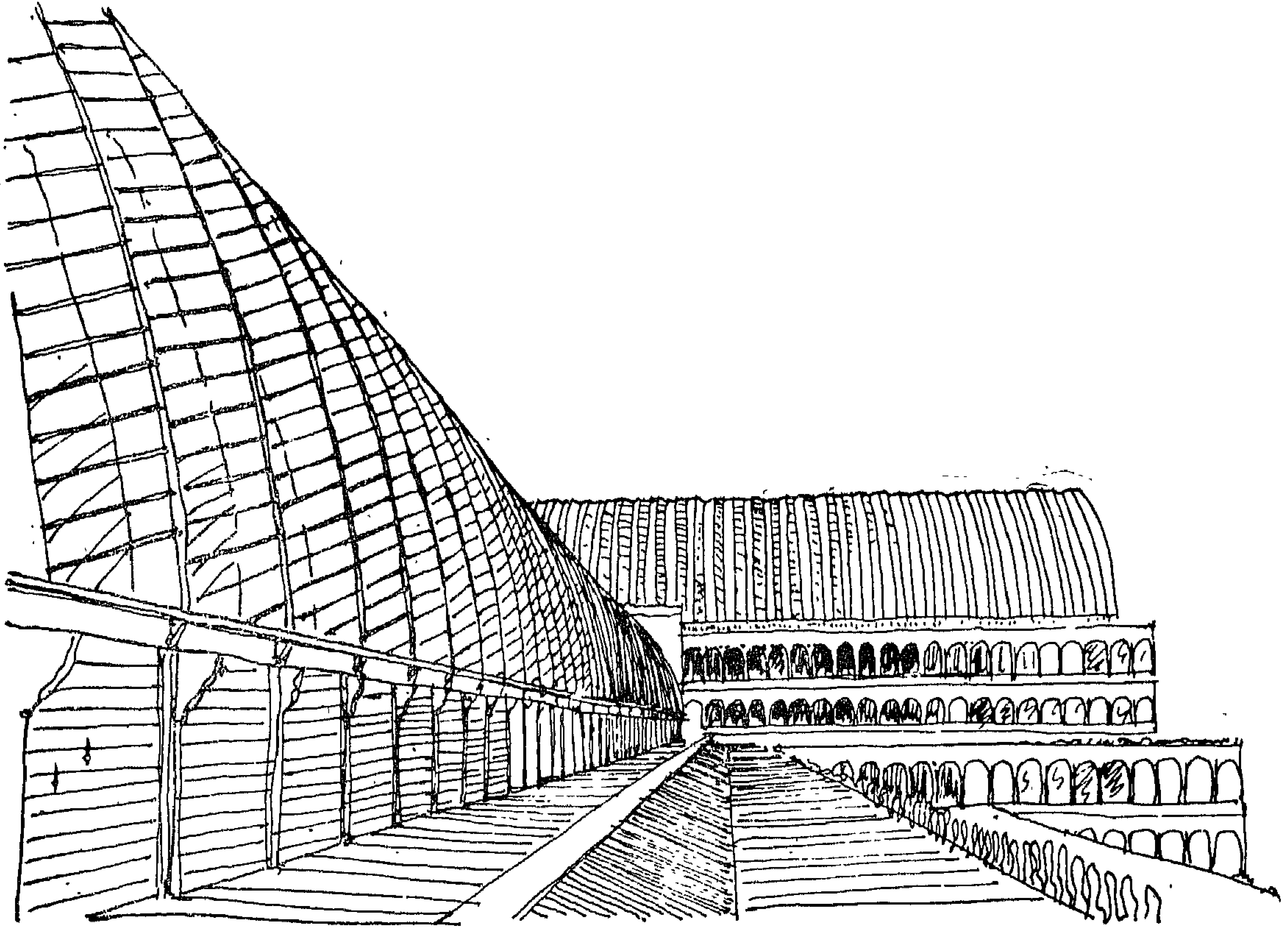


(شكل ١٠) مشروع الصالات الكبرى Grandes Halles بباريس ١٨٤٩ بحر ٩٠ متر المهندس هكتور هورو Hector Horeau

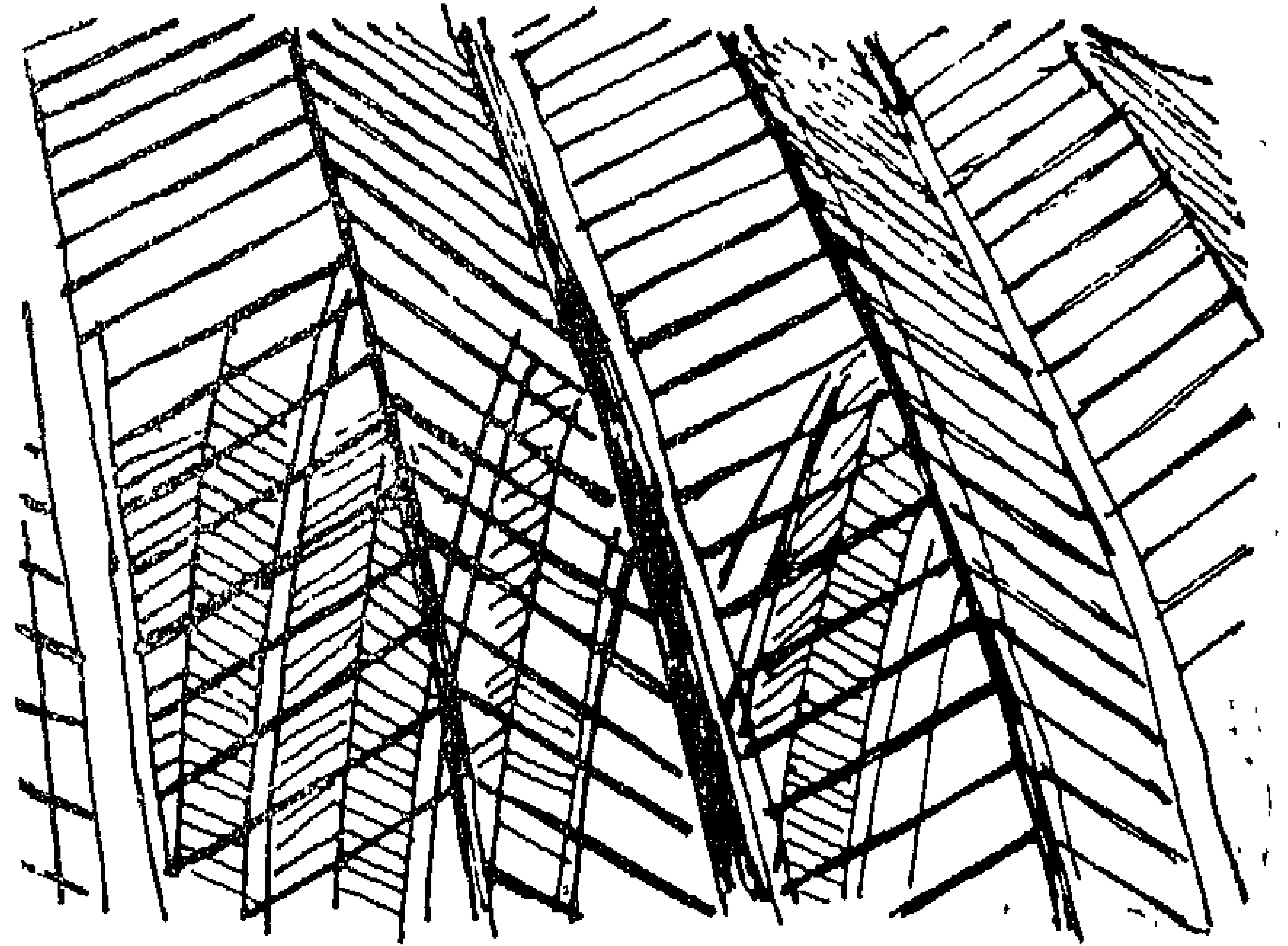
المبنى وقد أمكن الوصول إلى تغطية بحر يبلغ مقداره ٧٤ متراً فى عام ١٨٦٨ فى محطة سان بنكراس بلندن St. Pancras المهندس بارلو P.W. Barlow وحتى التسعينات من القرن التاسع عشر كان ذلك أكبر بحر أمكن الوصول إليه باستعمال الحديد كمادة إنشائية وظل كذلك حتى إنشاء معرض باريس الدولى فى عام ١٨٨٩ .

المعارض :

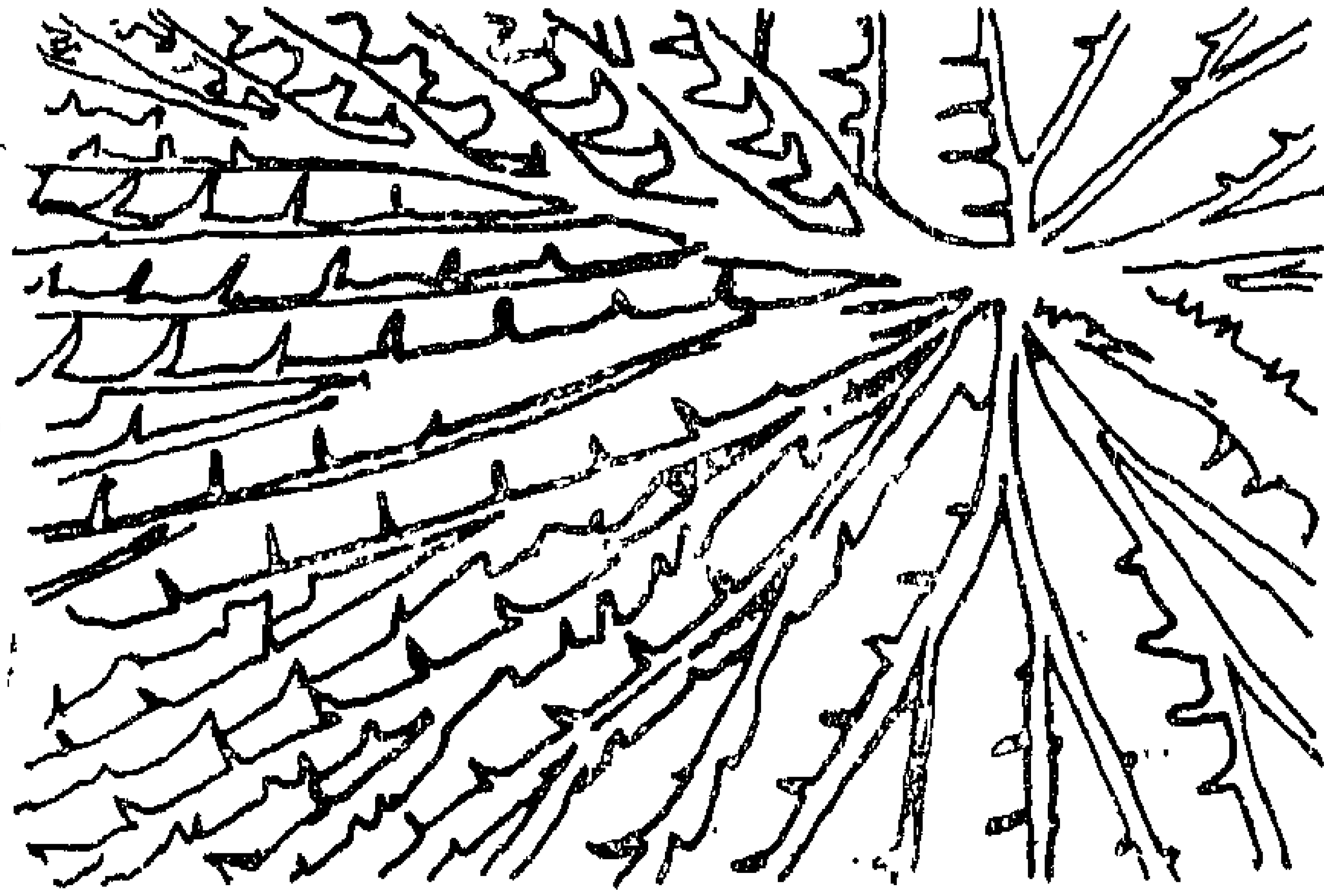
أقيم أول معرض دولى فى لندن عام ١٨٥١ فى مبنى قصر الكريستال Crystal Palace (شكل ١١) وقام بتصميمه المهندس وعالم النباتات جوزيف باكستون Joseph Paxton ولم يستعمل باكستون فى إنشائه سوى الحديد والزجاج واستوحى ذلك الإنشاء من مبانى النباتات والتى تمثل أوائل الأمثلة فى الجمع بين الحديد والزجاج وربما استوحى تصميمه الهيكلى من أوراق الشجر نفسها والتى تتكون من عروق تمتد بينها سطح الورق الرقيق نفسه وقد صممه على أساس مقاس أكبر شريحة زجاجية فى ذلك الوقت والذى يبلغ ١٫٢٠ متراً وكان بذلك أول مبنى يعتمد على مقاسات قياسية وعلى



منظور



ورق شجر



تفصيل السقف

(شكل ١١) معرض قصر الكريستال Crystal Palace بلندن (١٨٥١) المهندس جوزيف باكستون Joseph Paxton

إمكانية فكه ثم إعادة تركيبه فى أى مكان آخر وهو الأمر الذى كان أساس أعمال فولر Fuller وفاخسمان Wachsmann فيما بعد، والمبنى من الناحية الإنشائية لا يمثل تقدما هاماً حيث إن البحر الذى صمم عليه لا يتجاوز ٧,٢٠ متراً ولكنه حقق نصراً لاستخدام المواد الجديدة سابقة التصنيع كما أثار إعجاباً كبيراً من الناحية الجمالية .

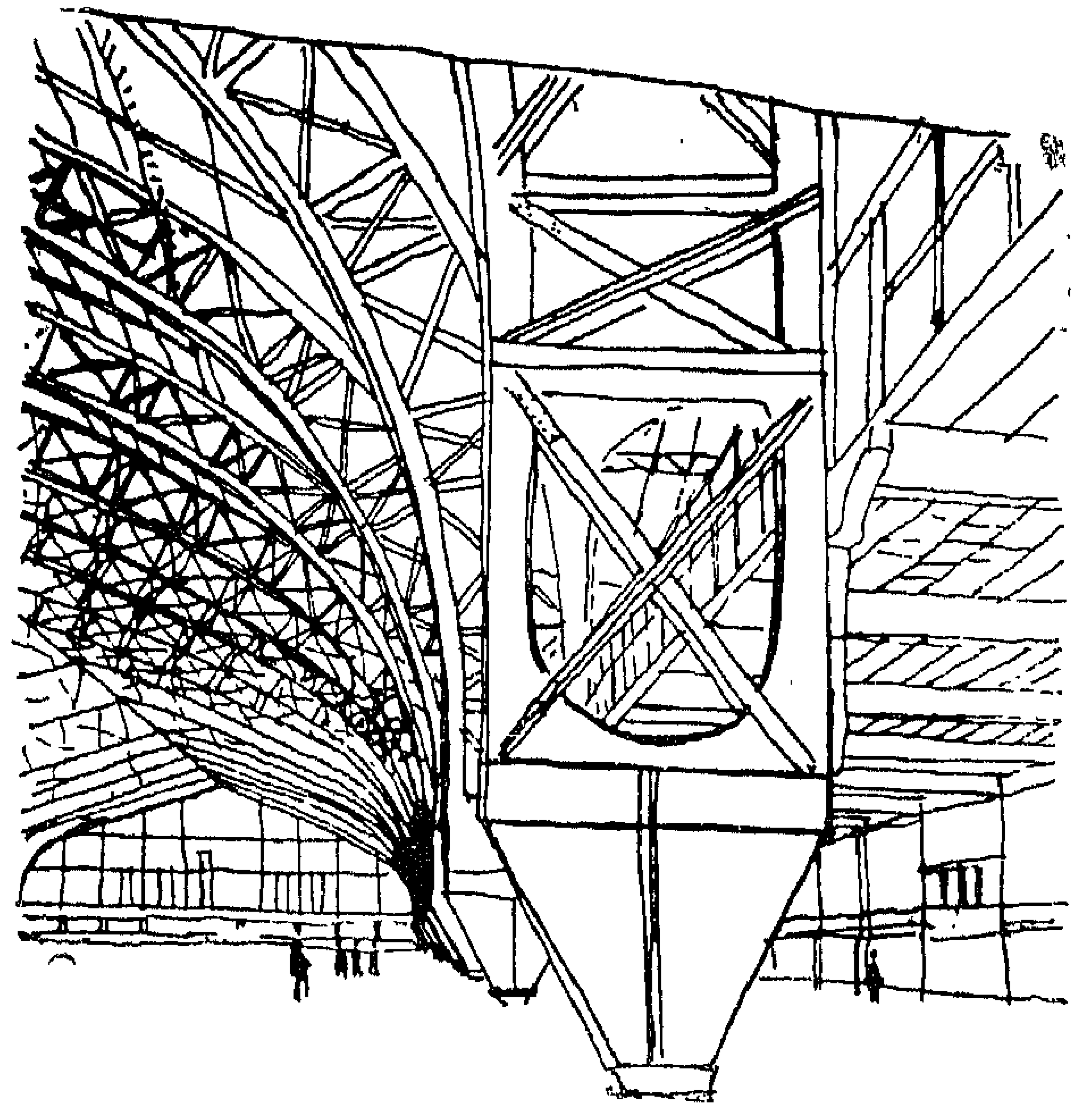
وقد تبع ذلك المعرض سلسلة من المعارض فى باريس فى الأعوام ١٨٥٥ و ١٨٧٨ وأخيراً فى ١٨٨٩ .

وكانت هذه المعارض أرضاً خصبة للمهندسين الإنشائيين يظهرون فيها براعتهم ويقومون فيها بتجاربهم الإنشائية

ويعملون على إيجاد حلول سليمة لمشكلة التغطية وكانت قمة أعمالهم صالة الماكينات Machine Hall بمعرض ١٨٨٩ وبرج إيفل الذى أقيم بنفس المعرض .

ويتكون الإنشاء صالة الماكينات من عقود ذات ثلاثة مفصلات Three Hinged Arches يبلغ بحرها ١١٥ متراً (شكل ١٢) وكان أكبر بحر أمكن الوصول إليه حتى ذلك الوقت هو ٧٤ متراً فى محطة سان بنكراس بلندن ويتكون كل عقد من نصفين ، وتبدأ من نقطة اتصالها بالأرض عند المفصلات لترتفع فى جرأة بالغة لتجتاز بحر الصالة وتلتقى عند قمة العقد على ارتفاع ٤٦ متراً فوق المحور الطولى للصالة وهى تأخذ فى حركتها من أسفل إلى أعلا قطاعات مختلفة تتفق مع توزيع الجهود بها وبذلك انطبق شكلها المعمارى مع المطلوب الإنشائى فى وحدة رائعة وبذلك يتحول الإنشاء وحده إلى عامل جمالى دون أن يدخل فى ذلك أى عناصر زخرفية أو أية محاولة للتجميل فى حد ذاتها .

وفى هذا المبنى استعمل الزجاج للحوائط الخارجية ولم يعد هناك حد واضح بين داخل المبنى وخارجه وقد تطور



(شكل ١٢) صالة الماكينات الكبرى بمعرض باريس الدولى (١٨٨٩)
بحر ١١٥ متراً المهندسان فرديناند دوترت F. Dutert
وكونتامين Contamin

هذا المفهوم فيما بعد إلى أن أصبح أحد الأسس الهامة فى تطور العمارة المعاصرة .

وقد اشترك فى تصميم هذه الصالة المهندس المعمارى فرديناند دوترت ..... Ferdinand Dutert والمهندس الإنشائى كونتامين . . Contamin ويعتبر مبنى برج إيفل للمهندس جويستاف إيفل Gustave Eiffel من أهم ما حققه الإنشائيون فى ذلك الوقت فهو يرتفع فى الهواء إلى مسافة ٣٠٠ متر تقريباً ويتكون من أربعة أجزاء رئيسية من الإنشاء الشبكى الهيكل تبدأ من الأرض بمسقط مربع الشكل لتلتقى فى أعلا البرج فى نقطة واحدة ويمكن الوصول إليها عن طريق المصاعد ، أما العقود التى تصل هذه الأجزاء فليس لها وظيفة إنشائية إنما القصد منها تجميل قاعدة البرج ولعل إيفل قصد أصلا أن يصمم البرج بحيث ترتكز أجزاؤه الرئيسية الأربعة على عقود تشبه عقود الكبارى والتى كان إيفل على خبرة كبيرة بتصميمها وهو الأمر الذى ساعده على إمكان دراسة إنشاء برجه المشهور .

ويعتبر برج إيفل من الناحية الجمالية ذا أثر كبير على التطور المعمارى حيث يشاهد المرء أثناء نزوله فى السلالم به مناظر متغايرة دائماً أوحت للفنانين بالحركة فى تمثيلهم للفراغ وفى القيمة الفنية لتغير نقط الرؤيا والتى كانت أساساً لتطور نظريات الفن التعبيرى Abstract Art فى العقد الأول من القرن العشرين .

أما عن المعارض فى أمريكا فقد أقيم فى عام ١٨٩٣ معرض بشيكاغو أشرف على تصميمه وتنفيذه دعاة العودة إلى الطرز المعمارية القديمة والذين تأثروا بتعليمهم فى مدرسة الفنون الجميلة بباريس وقد تنبأ سوليفان بأن هذا المعرض سيكون سبباً فى تأخير العمارة فى أمريكا لمدة نصف قرن على الأقل وقد تحقق بالفعل هذه النبوءة إلى حد كبير فإن هذا المعرض نجح فى تدمير مدرسة شيكاغو بكل مميزاتها وعادت الكلاسيكية وحملة لوائها من أتباع مدرسة الفنون الجميلة بباريس يسيطرون من جديد على العمارة فى أمريكا .

الاسيتيلين

صناعته وتداوله واحتياطات الأمان الواجب اتخاذها

المهندس احمد على عمر

تزايدت أهمية الاسيتيلين أخيراً ، وتعددت استعمالاته[1] وأصبحت الكميات المستخدمة منه فى الصناعة ، تفوق ما يستهلك منه فى أغراض اللحام — وأن كان استخدامه بالجمهورية العربية المتحدة ما يزال قاصراً على عمليات اللحام ، إلا أن الكميات المستهلكة منه تتزايد باستمرار ولقد كان ذلك نتيجة طبيعية للتوصع فى إنشاء المصانع والإنشاءات المدنية ويتضح ذلك من الأرقام التالية :

السنــــة	الانتاج بالمتر المكعب
١٩٦٤	٦٤٧٥٠٠
١٩٦٥	٧٩١٠٠٠
١٩٦٦	٨١٢٠٠٠

كانت الإضاءة أول الأغراض التى استخدم فيها الأسيتيلين بعد إمكان تحضيره من كربيد الكالسيوم ، وشاع استعماله ، حيث كان أقرب الأضواء لضوء الشمس ، وظل الحال كذلك ، إلى أن تخلى عن مكانه للكهرباء . ثم استخدم بعد ذلك فى أغراض الطهو والتسخين وإضاءة مصابيح الدراجات والعربات — ومنذ عام ١٩٠٦ استعمل خليط الأسيتيلين والأكسيجين فى لحام المعادن الحديدية وقطعها ، وأصبح اليوم يستخدم فى لحام وقطع جميع المعادن .

---

(١) ينافس الأسيتيلين الأثيلين كمادة أولية فى صناعة العديد من المواد البتروكيماوية ، ذلك لأن تفاعلات الأسيتيلين الكيماوية ، أقل تعقيداً من تفاعلات الأثيلين ؛ ولكن يتميز الأثيلين برخص الثمن . والأسيتيلين يدخل اليوم فى صناعة حامض الخليك ، والأسيتون والأسيتلدهيد واستخدم فى إنتاج أول مطاط صناعى وهو يستخدم كذلك فى إنتاج المذيبات المستخدمة فى التنظيف الجاف . وفى صناعة المبيدات الحشرية مثل (Aerosol Sprays) .

ولقد تزايدت أهمية الأسيتيلين أخيراً ، وتعددت استعمالاته ، حتى أصبحت الكميات المستخدمة منه فى الصناعة ، تفوق ما يستهلك منه فى أغراض اللحام — هذا وإن كان استخدامه بالجمهورية العربية المتحدة ما يزال قاصراً على عمليات اللحام ، إلا أن الكميات المستهلكة منه تتزايد باستمرار . ففى عام ١٩٦٥ بلغ الإنتاج ٧٩١,٠٠٠ متراً مكعباً بزيادة ٢٢ ٪ عن عام ١٩٦٤ حيث لم يتجاوز الإنتاج ٦٤٨,٠٠٠ متراً مكعباً — ولقد كان ذلك نتيجة طبيعية للتوسع فى إنشاء المصانع والإنشاءات المعدنية .

والأسيتيلين غاز أيدروكربونى (تحت الضغط ودرجة الحرارة العادية) غير مشبع ، عديم اللون ، له رائحة إيثيرية خفيفة ، وطعم حلو مرطب عندما يكون نقياً ، ولكنه عند تحضيره فى الصناعة يكون مشوباً بكميات متفاوتة من بخار الماء ، وبعض الغازات الأخرى كالفوسفين وكبريتيد الأيدروجين ، فتغلب عليه عندئذ رائحة تماثل رائحة الثوم . وهو يحتاج عند تخليقه من عناصره إلى طاقة حرارية ضخمة ، يطلقها عند تحلله ، وتبلغ هذه الطاقة عند درجة ١٨م : ٥٣٥٠٠ كالورى لكل جرام جزيئى . ويصحب هذا التحلل ارتفاع فى الضغط نتيجة لارتفاع درجة الحرارة . وإذا افترض انعدام الفقد الحرارى عند حدوث التحلل ، وجب أن ترتفع درجة الحرارة من ١٨م إلى ٣١٠٠م فضلا عن ارتفاع الضغط اثنى عشر ضعفاً . وقد لوحظ أن هذا التحلل يحدث بسرعة فائقة ، فتؤدى إلى ما يعرف بالتفجر أو الانحراق اللحظى Detonation ووجد كذلك عملياً أن ارتفاع الضغط يصل لحظياً إلى ٢٠٠ مرة قدر الضغط الابتدائى أو بعبارة أخرى عشرين مرة قدر الضغط المحسوب .

حساسية الأسيتيلين للانفجار :

الأسيتيلين شديد الحساسية للانفجار ، ويؤثر فى ذلك عوامل كثيرة ، هى الضغط والحرارة ، والشوائب الموجودة ، وطبيعة مصدر الاشتعال ، وشكل وحجم وعاء الأسيتيلين ويتسبب الانفجار من حدوث عملية البلمرة فبين درجتى ٢٠٠ — ٣٠٠م تعيد جزيئات الأسيتيلين ترتيب نفسها مكونة مركبات أكثر تعقيداً كالبنزول ك٦ يد٦ ، واستيرين ك٨ يد٨ والنفتالين ك١٠ يد٨ ، والتلوين ك٧ يد٨ ... إلخ ولما كانت عملية البلمرة عملية باعثة للحرارة exothermic فإن تزايد الحرارة المنبعثة من التفاعل يؤدى فى النهاية إلى الانفجار .

ويقلل وجود بخار الماء من قابلية الأسيتيلين للانفجار ، فقد وجد أن ١,١٥ جزءاً من الغاز مع جزء واحد من بخار الماء غير قابل للانفجار .

وكما يقلل من قابلية الأسيتيلين للانفجار ، أن تضاف إليه بعض الغازات التى لا تتفاعل معه كالأزوت ، أو أول أكسيد الكربون ، أو الميثان ، أو الأيدروجين . ويؤدى إلى نفس النتيجة كذلك ، إذابة الغاز فى سائل ما وقد يفسر ذلك بأن جزيئات الأسيتيلين فى هذه الحالات ، يفصلها عن بعضها جزيئات الغاز الآخر وكأمثلة لذلك ، فإن خليطاً من ١٨ جزء من الأسيتيلين ، ٨٢ جزءاً من الأيدروجين لا يصير مخلوطاً متفجراً إلا عند ٢٠ جوا — ولم يصبح تداول الأسيتيلين آمناً إلا بفضل إذابته فى الأسيتون . فلا يتفجر الأسيتيلين المذاب فى الأسيتون إلا إذا زاد الضغط على ١٠ جوا .

وتحت الظروف الملائمة من الضغط والحرارة ، يكون الأسيتيلين مع المعادن الثقيلة كالفضة والنحاس ، مركبات تعرف باسم الأسيتيليدات وهى مواد متفجرة، ولذلك يجب الا تزيد نسبة النحاس فى المواسير والمعدات المستعملة مع الأسيتيلين عن ٧٠٪ كما يعمل أكسيد النحاس كحفاز فى عملية التفجير .

ويكون الأسيتيلين مع الهواء — أو الأكسيجين — مخلوطاً متفجراً حتى فى درجة الحرارة والضغط المعتاد ، وتبلغ سرعة موجة ضغط الانفجار shock wave propagation لخليط من الأكسيجين والأسيتيلين (بنسبة ١ : ١) ٣٠٠٠ متر فى الثانية ، ويصل الضغط فى حالة الانحراق اللحظى إلى ٣٥٠ جوا بل وقد يصل فى بعض الأحيان إلى ٦٠٠ جوا .

ولكل ذلك ، فإن الاهتمام ينصب دائماً عند استعمال الأسيتيلين على الحرص لمنع تكون مثل هذه الخاليط المتفجرة، تجنباً للحوادث كذلك التى تقع فى مصانع الأسيتيلين ومحطات تعبئته أو فى ثلاجات الموز أو الأماكن الأخرى التى يستعمل فيها .

الأثر المخدر والخانق لغاز الاسيتيلين :

لوحظ أن خليطاً من الأكسيجين والأسيتيلين بنسبة ٤٠٪ ذو أثر مخدر ، وقد استخدم فعلا فى التخدير للعمليات الجراحية .

أما التأثير الخانق للأسيتيلين فناتج من تقليله لنسبة الأكسجين فى الهواء عن الحد اللازم للحياة . ومن حسن الحظ أن الشوائب الموجودة بالأسيتيلين التجارى تظهر أعراضاً قبل أن يصل تركيز الغاز فى الهواء إلى الدرجة التى تؤدى إلى الاختناق مثل الدوار والصداع وميل خفيف للقىء ومع تزايد التركيز يحدث نصف اختناق ، ثم فقدان الوعى .

الخصائص والثوابت الطبيعية للاسيتيلين النقى :

الوزن الجزيئى		٢٦٫٠٤	
الكثافة		٠٫٩٠٥٦	بالنسبة للهواء
		٠٫٠٠١١٩٤	بالنسبة للماء فى درجة ٤ م
وزن اللتر		١٫١٧٤٧	جم عند درجة الصفر المئوى
		١٫٠٧٤٠	جم عند درجة ٢٥ م
القيمة الحرارية للمتر المكعب		١٤٫١٠٠	كيلو سعر عند صفر ، ٧٦٠مم زئبق
درجة التجمد	−	٨١٫٨٠	م
درجة الغليان	−	٨٣٫٦٠	م
درجة الحرارة الحرجة	+	٣٦٫٠٠	م
الضغط الحرج		٦٤٫٠٠	كجم / سم^2

	مع الهواء	مع الأكسيجين	
درجة الإشتعال	٣٣٠	٣٠٠	م
أعلى درجة حرارة اللهب به	٢٣٢٥	٣١٠٠	م
سرعة الإشتعال	١٣٠	١٣١٠	سم/ثانية
حدود الإنفجار	٢٫٣ — ٨٢٫٠	٢٫٨ — ٩٣٫٠	٪ حجما

قابلية الذوبان (كمية الغاز القابلة للذوبان فى لتر من المذيب)

المـاء	١٫١٥	لتراً
رابع كلوريد الـكربون	٢٫٠٠	لتراً
الـكلوروفورم	٤٫٠٠	لتراً
البنزول	٤٫٠٠	لتراً
الـكحول	٦٫٠٠	لتراً
حامض الخليك	٦٫٠٠	لتراً
الأسيتون	٢٥٫٠٠	لتراً

وتتزايد القابلية للذوبان كما زاد الضغط وقلت درجة الحرارة .

فعند ضغط يبلغ ١٢ جوا يذيب الحجم الواحد من الأسيتون ٣٠٠ حجم من الغاز وعند درجة — ٨٠م يذيب الحجم الواحد من الأسيتون أكثر من ألفى حجم من الغاز .

تحضير الاسيتيلين :

الطريقة الشائعة لإنتاج الأسيتيلين هى تحضيره من كربيد الـكالسيوم أو بعبارة أخرى من الفحم بطريق غير مباشر . ويمكن كذلك إنتاج الأسيتيلين من الغاز الطبيعى غير أن هذه الطريقة لم تـكن — حتى وقت قريب — اقتصادية إلا حيثما افتقد الفحم أو الطاقة الـكهربائية ، كما هى الحال فى معظم الدول النامية . ولـكن قد تغير الأمر ، بعد التقدم الذى أحرز فى إنتاج الأسيتيلين من الميثان بالأكسدة الجزئية بطريقة BASF Sachsse أو بطريقة Wulff التى يمرر فيها الغاز مع البخار فى فرنين حراريين بالتبادل وتصل درجة الحرارة فيهما إلى ١٥٠٠م وتبلغ مدة التلامس $\frac{١}{٣٠٠}$ من الثانية ، ثم تبرد النواتج بسرعة برذاذ الماء . وهناك طريقة حديثة أخرى مبنية على Electric Arc Plasma System تصل درجة الحرارة المفاعل فيها إلى ٥٠٫٠٠٠ ف ويمتاز المفاعل بكفاءته العالية ورخصه وانعدام الفقد فى الـكربون والاستغناء عن استخدام الأكسجين ، مع إمكان استخدام أية مواد أيدروكربونية ، من الميثان إلى النفط ، بل يمكن حتى استخدام مسحوق الفحم الحجرى أو النباتى . ومع أن إنتاج الأسيتيلين من كربيد الـكالسيوم ، لا يزال اقتصادياً حيث تتوافر الطاقة الرخيصة ، إلا أن هناك اتجاهاً واضحاً إلى إبطال هذه الطريقة وتخريد المنشآت القائمة فعلا .

وقد تـكون مولدات الأسيتيلين ثابتة أو متنقلة ، وتصل قدرة بعض المولدات الحديثة الثابتة مثل Dry Residue Generator إلى ٢٠٠٠ — ٣٠٠٠ م٣ من الغاز فى الساعة . ولـكن القدرة المعتادة لمثل هذه المولدات هو ١٥٠م٣ من الغاز فى الساعة أما الأجهزة المتنقلة فتستخدم غالباً فى أغراض اللحام وينتج أصغرها ٠٫٨م٣ فى الساعة ولـكن تصل قدرة بعض المولدات المتنقلة كتلك المستخدمة فى إنشاء ومـد خطوط الأنابيب إلى ٣٥م٣ من الغاز فى الساعة .

ويحضر الأسيتيلين بتفاعل كربيد الـكالسيوم مع الماء ، فى أجهزة خاصة ، متعددة الطرز — يتحتم أن تـكون معتمدة من هيئة علمية متخصصة — تقوم باختبارها من الناحية التـكنولوجية ومن نواحى الأمان . وتتولى هذه الأجهزة ضبط كميات المياه وحفظ سرعة التفاعل فى حدود الأمان .

وتنص المواصفات* القياسية المختلفة على أن يعطى الـكيلو جرام من الـكربيد ٢٥٠ لتراً من الغاز كحد أدنى ، وإن كان الرقم يصل عادة إلى ٣٠٠ لتر وقد يصل فى بعض الأحيان إلى ٣٣٠ لتراً . وتتوقف سرعة تولد الغاز ومقداره على حجم حبيبات الـكربيد .

ويجب ألا تقل كمية المياه المستخدمة عن ١٠ لتراً لـكل كيلو جرام من الـكربيد ، إذ لو قلت عن ذلك ، لارتفعت

* لم تصدر فى مصر بعد مواصفات خاصة بكربيد الـكالسيوم .

درجة الحرارة مما قد يؤدى الى توهج بعض قطع الكربيد، أو إلى تحلل جزئى للأسيتيلين ، وتكوين بعض مركبات البلمرة للغاز ، ولا يسمح بارتفاع درجة حرارة الماء ، فى جهاز التحضير عن ٦٠ م ودرجة حرارة الغاز المتولد عن ١٠٠م .

وأخطر الشوائب فى الأسيتيلين هو الهواء ، وخاصة عند ابتداء تشغيل أجهزة التحضير، كما يؤثر وجود بخار الماء فى عمليات اللحام ، لأنه يقلل من درجة حرارة اللهب ولكن الغاز المسحوب من الأسطوانات ، يكون جافا عادة لاحتجاز الأسيتون والمادة المالئة للاسطوانة ، المرطوبة الموجودة فى الغاز. ويحوى الغاز عند خروجه من الأسطوانة عادة من ٤٥ — ٥٠ جم / م٣ من الاسيتون وتتزايد هذه النسبة مع ارتفاع درجة الحرارة، أو ازدياد سرعة السحب حتى قد تزيد عن ١٠٠ جم / م٣ . ولم يعرف للأسيتون تأثير سيء على اللحام ، ولكن يراعى ذلك فقط من الناحية الاقتصادية .

اشتراطات الأمان والوقاية :

لقد وقفت حساسية الأسيتيلين وخطورته حائلا دون التوسع فى استخداماته فى الصناعة زمناً طويلا ، وأصدرت العديد من الدول تشريعات تنظم تداوله وإنتاجه وتخزينه ونورد فيما يلى أهم الاحتياطات التى نصت عليها تلك التشريعات .

أولا ـ اشتراطات فى إنشاء المبانى :

١/١ لا يجوز أن تكون أماكن تحضير الأسيتيلين قريبة من المساكن ، ولا على مقربة من مواد قابلة للاشتعال لمسافة ٢٥ متراً على الأقل .

١/٢ يجب ألا تكون قريبة من مصانع تحضير الأكسجين من الهواء ، مالم يتخذ الاحتياط اللازم لضمان عدم إمكان سحب الأسيتيلين مع الهواء .

١/٣ أن يكون سقف البناء ، من مواد خفيفة غير قابلة للاشتعال ، ولا يجوز بحال من الأحوال بناء دور علوى فوقها .

١/٤ أن تكون المبانى جيدة التهوية ، وبها أكبر عدد من الأبواب التى تقود للخارج مباشرة ، ومزودة بأقصر الطرق للنجاة .

١/٥ أن تكون أبواب الحجرات المعرضة للانفجار من مواد مقاومة للحريق وأن تكون الأبواب الموصلة للأماكن المجاورة ذاتية القفل .

١/٦ سهولة وصول أجهزة الإطفاء لمكان الحريق ، ووجود مصدر مائى مستقل للمكان .

١/٧ إتخاذ الاحتياط الواقى للمبانى من الصواعق .

١/٨ مراعاة المواصفات القياسية للتوصيلات الكهربائية فى الأماكن المعرضة للانفجار .

ثانياً — تداول وتخزين « كربيد الكالسيوم » :

تهدف إجراءات الأمان عند استعمال « كربيد الكالسيوم » إلى منع تكون أى مخلوط منفجر من الأسيتيلين والهواء ، ويتكون مثل هذا الخليط بتفاعل الماء أو بخاره مع الكربيد متسبباً فى تحلل جزئى له وقد ينفجر هذا المخلوط نتيجة لشرارة من صدمة أو احتكاك ، أو نتيجة لقصر فى دائرة كهربية ، أو نتيجة لارتفاع فى درجة الحرارة .

وقد يؤدى تحلل كربيد الكالسيوم ، من أثر كميات قليلة من الماء ، إلى رفع درجة الحرارة موضعياً لدرجة تؤدى إلى اشتعال الأسيتيلين المتولد ، أو تؤدى للانفجار وخاصة عند تواجد غبار الكربيد ، أو وجود كميات كبيرة من كربيد الكالسيوم الناعم .

* نصت المواصفات القياسية المصرية رقم ٥٧٥/٦٥ على ألا تزيد نسبة الشوائب قليلة الذوبان فى الماء فى غاز الأسيتيلين عن ٨ر٠ ويصل هذا المقدار إلى ٢ ٪ فى المواصفات الهندية والروسية وإلى ٤ ٪ فى المواصفات الألمانية .

لذلك يجب مراعاة الأمور التالية :

١/٢ يجب عدم فتح براميل الكربيد بأدوات ينتج مع استعمالها شرر كالأجنة والشاكوش ، بل تستعمل أدوات من النحاس أو إحدى سبائكه مثل سبيكة النحاس – البرليوم ... ... ويجوز استعمال الكماشة العادية مع الحرص الشديد. فقد يتواجد خليط الأسيتيلين والهواء داخل البراميل وقد أدى ذلك كثيراً لإصابة العاملين عند عدم الحرص فى فتح البراميل .

٢/٢ لايجوز بحال من الأحوال استخدام لمبة اللحام فى فتح براميل الكربيد .

٣/٢ لايجوز التدخين بجوار البراميل المفتوحة

٤/٢ يجب الاحتياط عند تفريغ البراميل ، وأن يتم ذلك بعناية بحيث لاتسقط كتل الكربيد فوق سطح من الصلب من مسافة مرتفعة ذلك لأن الكربيد التجارى كثيراً مايحوى كتلا من الفيروسليكون الذى يتكون فى فرن التحضير (ويجب ألا تجاوز نسبته ١٪) . وقد يؤدى اصطدام قطعتين منها ببعضهما أو بسطح من الصلب إلى تولد شرر ومن الأفضل أن تفصل قطع الفيروسليكون باليد أو بفاصل مغناطيسى .

٥/٢ لايجوز تخزين كربيد الكالسيوم فى براميل مفتوحة ، بل يجب أن يكون ذلك فى أوعية محكمة الغطاء ، وعند تعذر ذلك تغطى فتحة البرميل بشيكارة مملوءة بالرمل . ولا يسمح باستعمال غطاء من الخشب أو الخيش أو ماشابه ذلك .

٦/٢ لايجوز تخزين الكربيد المبتل بحال من الأحوال كما يحدث عند تفريغ مولد الأسيتيلين ، فى حالة حدوث عطل بل يتم التخلص منه بإتمام التفاعل .

٧/٢ يجب الاهتمام بتفريغ براميل الكربيد كلية وذلك لسرعة تحلل تراب كربيد الكالسيوم مع ارتفاع درجة حرارته حتى فى وجود النذر اليسير من الماء أو البخار . لذلك يجمع تراب الكربيد فى براميل محكمة الغلق لا يتسرب إليها الماء .

٨/٢ لا يجوز التخلص من تراب كربيد الكالسيوم بإلقائه فى حجرة التصريف الخاصة بالمصنع حيث قد ينجم عن ذلك تولد مخلوط متفجر من الأسيتيلين والهواء .

٩/٢ فى حالة الاستغناء كلية عن استعمال تراب الكربيد، فيجب أن يتم تحلله فى الهواء الطلق فى وعاء لا تقل سعته عن ٨٠٠ لتر ، ويلقى الكربيد فى الإناء فى دفعات ٢٠٠ – ٢٥٠ جم مع تقليب الماء بشدة ، ويجب ألا تقل نسبة الماء إلى الكربيد عن ١٠ لتر من الماء لكل كيلوجرام من الكربيد ولا تلقى دفعة من الكربيد فى الإناء إلا بعد تمام تفاعل الكمية السابقة .

١٠/٢ مكان التخزين : يجب أن يكون مكان التخزين جافاً ، جيد الإضاءة والتهوية .

١١/٢ لايجوز إجراء عمليات التخزين فى البدرومات والممرات والمداخل .

١٢/٢ لا يجوز التخزين فى العراء ، أو تحت المظلات المفتوحة إلا فى أوعية معدنية .

١٣/٢ يجب أن تبعد الأوعية عن الحوائط بثلاثة أمتار على الأقل ، وأن توضع على سقالات ترفعها عن الأرض بما لا يقل عن ٣٠ سم .

١٤/٢ يجب أن تحمى الأوعية المخزونة بالعراء بسقف أو خيمة ويجب إحاطة أماكن التخزين بالعراء من جميع الجهات بسلك شائك يبعد عن الأوعية بمتر واحد على الأقل .

ثالثاً – اشتراطات أثناء التشغيل :

١/٣ يجب أن تكون جميع أجزاء مولد الأسيتيلين وأجهزة استعماله والمواسير التى يمر فيها وصلاتها وملحقاتها فى غاية الإحكام . فقد يؤدى تسرب الغاز عند أى وصلة إلى الاشتعال أو إلى تكون مخلوط متفجر .

٢/٣ يجب أن تكون كل حجرة يحتمل فيها تسرب أى كمية من الغاز جيدة التهوية .

٣/٣ يمنع فى مثل هذه الأماكن ، وفى حدود مسافة لا تقل عن عشرة أمتار منها :

(ا) التدخين .

(ب) وجود أى مصدر ضوئى يؤدى إلى الاشتعال ، كاللهب المباشر والأشياء المسخنة لدرجة أعلى من ٢٢٥ م (٣/٢ درجة اشتعال الغاز) .

(حـ) استعمال الأدوات التى قد يتسبب عن استعمالها أى شرر كالشاكوش الصلب ، ومفاتيح المسامير والصواميل وحجر الجلخ .

(د) تولد الشرر من الكهرباء الاستاتيكية .

٤/٣ بلوف الأسيتيلين ووصلات المواسير يجب ألا تكون من النحاس ، أومن سبائك تحوى أكثر من ٧٠٪ من النحاس ، إذ قد يؤدى ذلك إلى تكون أسيتيليد النحاس Cu-Acety lide وهو مادة متفجرة .

رابعاً ـ نقل الاسيتيلين وتعبئته :

تبلغ نسبة الأسيتيلين فى كربيد الكالسيوم ٣١٪ من وزنه والغاز المحضر من الكربيد يكون عادة نقياً ، ولا تزيد الشوائب فيه عن ٤,٠٪ وقد يحضر الأسيتيلين فى موقع العمل مباشرة ، ويمكن دفعه فى هذه الحالة ، داخل مواسير للاستعمال بالورش . ويفضل استخدام التغذية المركزية إذا بلغ عدد محطات اللحام بالورشة عشرة وتراعى فى هذه الحالة الأمور التالية :

١/٤ المواسير التى تستعمل تكون من المواسير عديمة اللحام Seamless .

وقد يكون من الأصوب استخدام الصلب غير القابل للصدأ حيث أن صدأ الحديد قد يكون بادئاً لانفجار الاسيتيلين .

٢/٤ لا تستخدم الوصلات ذات الشفة Flanges إلا عند الضرورة .

٣/٤ يجب تجنب الوصلات الملولبة Threaded .

٤/٤ يجب أن تكون مواسير الأسيتيلين بعيدة عن الأفران والأجهزة الساخنة ولا يجمعها خندق واحد مع مواسير الأكسجين ، أو الكابلات الكهربائية وإذا اقتضت الضرورة ذلك ، فيجب فصل مواسيرالأسيتيلين عنها بحائط وفى جميع الأحوال ، يجب إبعاد المواسير عن غيرها بمسافة ٢٥ سم .

٥/٤ فى جميع الأحوال يجب توصيل مواسير الأسيتيلين بالأرض جيداً .

٦/٤ تميز مواسير الأسيتيلين بلون* خاص .

عند نقل الأسيتيلين لأماكن بعيدة ، فأنه يعبأ فى اسطوانات مذاباً فى الأسيتون ويتراوح حجم الأسطوانة من ٣ إلى ٤٠ لتراً ، ولا يتعدى وزن الأسيتيلين المعبأ فى الأسطوانة ١٠٪ من وزنها ، فإذا أدخلنا فى الاعتبار عودة الأسطوانة فارغة ، نجد أن كفاءة النقل لا تتعدى ٥٪ .

وعند التعبئة فى اسطوانات يجب مراعاة الأمور التالية : —

٧/٤ عند كبس الغاز بضاغط للتعبئة يجب العناية بالتبريد .

٨/٤ يجب ألا تزيد قطر مواسير التعبئة عن ٨ — ٢٥مم وذلك لكبت موجات الانفجار

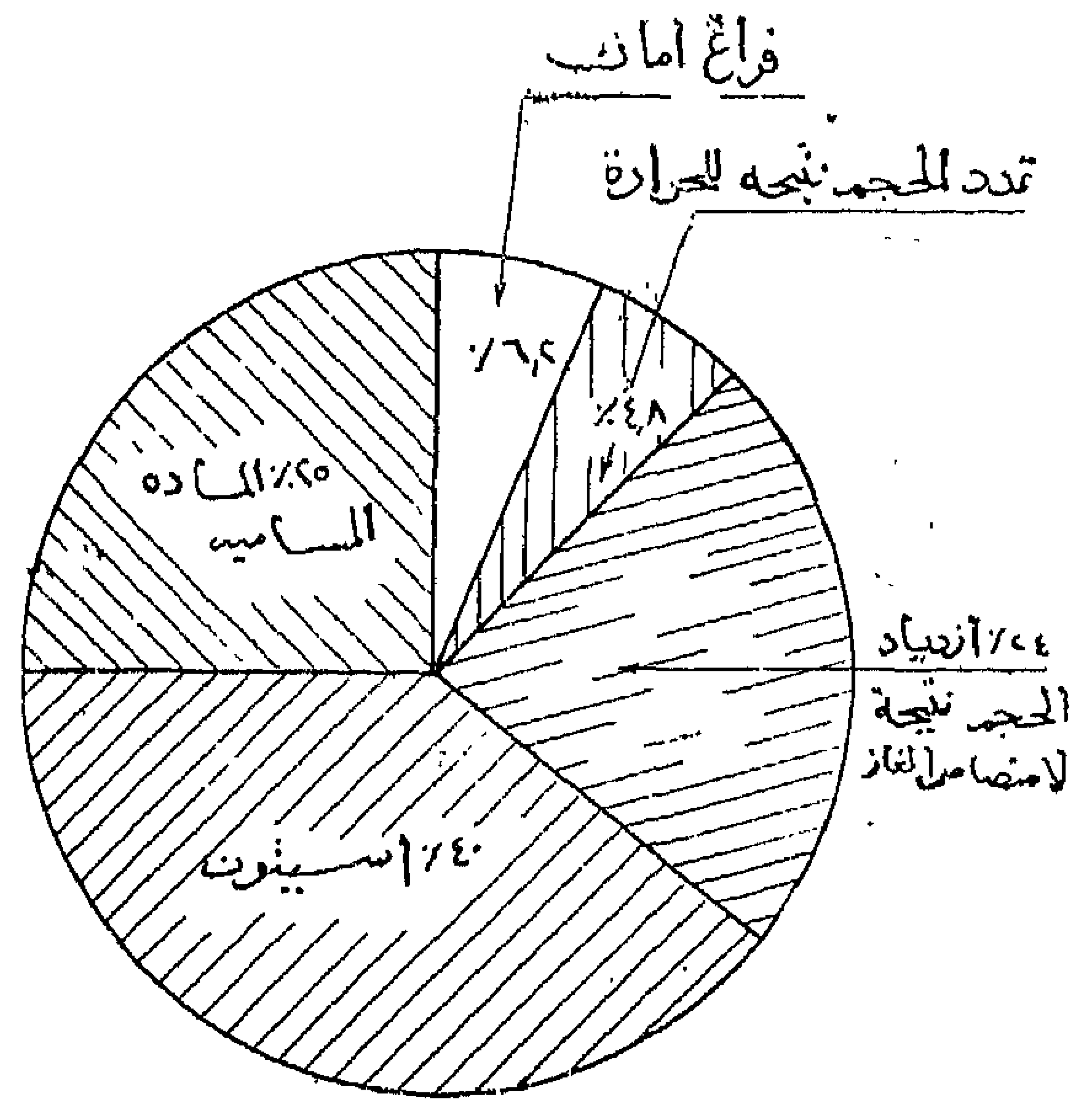
Propagation of shockwave handicapped

وإذا اقتضت الضرورة تستخدم عدة أفرع صغيرة بدلا من استخدام ماسورة ذات قطر كبير .

٩/٤ تملأ الأسطوانة بمادة مسامية مختبرة ، ومعتمدة ويجب ألا تقل مساميتها طبقاً للمواصفات المصرية** عن ٧٨٪

* فى أوربا يستخدم اللون الأصفر .

** تسمح المواصفات الألمانية بمسامية قدرها ٠/٠٧١ .



التوزيع الحجمى لاسطوانة الأسيتيلين

٤/١٠ ينص على كل أسطوانة على كمية الأسيتون الواجب تواجدها فيها .

٤/١١ لايزيد الفراغ فى أعلى الأسطوانة عن الحد المسموح به .

٤/١٢ تختبر إسطوانات الأسيتيلين على ضغط ٦٠ جوا .

خامساً : اشتراطات عند إجراء عمليات اللحام ونقل الاسطوانات وتخزينها :

٥/١ يجب أن يكون الغطاء الواقى للاسطوانة مثبتاً فيها أثناء عملية النقل وذلك حماية للبلف من التلف والقاذورات .

٥/٢ يجب وقاية الأسطوانة من السقوط والصدمات أثناء التحميل والتفريغ من العربات ، سيان فى ذلك أن تكون الأسطوانة فارغة أو مملوءة .

٥/٣ يجب أن تكون الأسطوانة على بعد ٥ أمتار على الأقل من لمبة اللحام بعيدة عن الأفران أو أى مصدر للحرارة كالشمس مثلا .

٥/٤ لاتجرى عمليات اللحام بجوار مواد قابلة للاشتعال كالبنزين والكيروسين ونشارة الخشب ، والفحم ... ...الخ. وعند اللحام فى العراء يجب أن يتم ذلك على مسافة من هذه المواد لاتقل عن عشرة أمتار .

٥/٥ عند اللحام فى العراء توضع الأسطوانة مائلة فوق قطعة من الخشب بحيث يكون بلفها مرتفعا قليلا عن مستوى قاعدتها ومتجهاً إلى أعلى .

٥/٦ يكون فى كل محطة أسطوانتين ، إحداهما إحتياطية ، وتربط الاسطوانات المخزونة بالحائط ، أو فى عامود ، أو تحمل على عربة خاصة .

٥/٧ لاتقل المساحة المخصصة لورشة اللحام عن عشرة أمتار مربعة ، تخصص أربعة منها لإجراء عمليات اللحام ، ولايقل عرض الممرات بها عن ٨٠مم .

٥/٨ عند اللحام داخل تانكات ، أو غلايات ، أو أوعية مغلقة ، يجب أن يسمح لعامل اللحام ، بفترة راحة خارج التانك ، ولزيادة الاحتياط يجب تواجد مساعد خارج التانك الذى يتم لحامه ، ويجب تزويد المكان المغلق عند مدخله بمروحة شافطة أو دافعة حسب الحالة .

٥/٩ لايزيد الفولط المستخدم فى الإضاءة عند اللحام داخل تانكات أو غلايات عن ١٢ فولط حرصاً على الحياة .

٥/١٠ يجب ألا تزيد نسبة الأكسجين فى الأسيتيلين المستخدم فى عمليات اللحام عن ٢,٠٪ والداى أسيتيلين عن ٠٠٥,٪ (١جم/م٣) وذلك طبقاً للمواصفة القياسية المصرية م . ق . م ١٩٦٥/٥٧٥ .

ملخص الموضوعات
بالقسم الافرنجى

طريقة جديدة لعمل موازنة ديناميية كاملة لتركيبة الأربعة أضلاع ذات الازواج اللفافة

للدكتور المهندس محمد يوسف عفيفى

الغرض من هذا البحث هو عرض طريقة جديدة لبيان إمكان عمل موازنة ديناميية لتركيبة الأربعة أضلاع ذات الأزواج اللفافة ، وذلك باستخدام كتل لفافة فقط وكما يمكن تطبيق الطريقة أيضاً بالنسبة للتركيبات المركبة ، التى تتكون من هذه التركيبة ، وبهذه الموازنة يمكن منع الاهتزاز الجبرى من هيكل هذه التركيبة .

مشروع لمحطة تعمل بطاقة الرياح
على شاطئ البحر الأحمر

للدكتور المهندس محمود فوزى

إن المياه هى عصب الحياة فى المناطق المنعزلة فاذا وجدت هذه المناطق على شواطىء البحار فان استخدام طاقة الرياح لتحويل مياه البحر إلى مياه عذبة قد يكون أرخص من نقل المياه إلى هذه المناطق . وقد اختيرت مدينة الغردقة كمثال لبقعة على شاطىء البحر الأحمر لدراسة إمكانية بناء مروحة هوائية محورية هناك لاستغلال طاقة الرياح فى عملية إزالة ملوحة مياه البحر وذلك لمعرفتنا بالمتوسط الساعى لسرعة الرياح هناك وقد حصلنا على هذا المتوسط من مصلحة الأرصاد الجوية لعام ١٩٦٨ . وكذلك للمتوسط اليومى لسرعة الرياح للعشر سنوات الماضية وللمقارنة اختيرت مدينة على شاطىء البحر الأبيض هى مرسى مطروح وذلك أنها بقعة متميزة بسرعة الرياح فيها وباستخدام هذه المتوسطات يمكن رسم منحنى الدوام لسرعة الرياح فى الغردقة شكل (١) وقد أضيف المنحنى لمرسى مطروح شكل (٢) للمقارنة . ويحدد شكل هذا المنحنى العلاقة بين القدرة النوعية لنطاق سرعة معينة وبين السرعة المتوسطة . ويتبين أن الغردقة مكان مناسب لاستغلال طاقة الرياح عند ما يحسن المصمم اختيار السرعة العيارية التى تناسب نظام الرياح فى هذا الموقع . فالقدرة نوعية أصغر لسرعة متوسطة معينة توجد الميزة لسرعة عيارية أكبر أن قدرة معينة للتربين يمكن الحصول عليها بمروحة أصغر .

وباستعمال ما لدينا من أرصاد أمكن حساب القدرة بالكيلوات ساعة لتربين محورى مساحة قرصه ١٠٠م٢ . وباستعمال هذه الطاقة لتحويل مياه البحر الملحة إلى عذبة أمكن حساب الكمية النظرية للمياه العذبة والتى يمكن الحصول عليها من هذا التربين باعتبار أن كل متر مكعب من المياه العذبة يلزمه ٠,٩٧ كيلوات ساعة . ويبين جدول (١) الكمية اليومية فى عام ١٩٦٧ وهو أحد السنوات المرتفعة الإيراد . ويبين جدول (٢) المجموع الشهرى لكمية المياه . ويلاحظ أن أكبر كمية مياه هى ٢٥٤٦م٣ فى يوم ١٧ يوليه كما أن أصغر كمية هى ٨١م٣ فى يوم ١٥ مارس .

ولمعرفة تغير سرعة الرياح فى أثناء اليوم . ثم حساب النسبة بين الرياح إلى أقل سرعة فى اليوم . وذلك للسنوات ٥٢ — ١٩٦٨ لسرعات يومية فى الأوقات التالية :

عند منتصف الليل والساعة ٣ ، ٦ ، ٩ صباحاً .

عند الظهر والساعة ٣ ، ٦ ، ٩ بعد الظهر .

من هذا الحساب أمكن تقسيم نظام تغير سرعة الرياح إلى ٣ فترات :

الأولى : من نوفمبر وحتى فبراير

الثانية : من مارس وحتى يونية

الثالثة : من يوليو وحتى أكتوبر

ويلاحظ أن أصغر نسبة تقع الساعة ٩ مساء طوال العام . وأن أعلى نسبة تقع الساعة ٦ صباحاً لمجموعتين بينما تكون فى الساعة ٩ صباحاً للمجموعة الثالثة كما فى شكل (٣) وهذا التوزيع يناسب تماما الغرض من بناء التربين وهو تحويل مياه البحر للاستعمال المنزلى حيث يزداد الطلب على الماء صباحاً .

وللمقارنة تم الحساب والتقسيم بنفس الطريقة لمرسى مطروح فكانت النتيجة فترتين فقط من نوفمبر إلى مارس ومن أبريل إلى أكتوبر كما فى شكل (٤) ولها أعلى نسبة ظهرا طوال العام بينما تقع أصغر نسبة الساعة ٦ مساء للمجموعة الأولى والساعة ٩ مساء للمجموعة الثانية . وهذا النظام يناسب تماما استخدام قدرة التربين فى رفع المياه للرى .

ولمعرفة الفترات التى يتوقف فيها التربين اعتبرت سرعة القطع ١٦ كم / س وهى سرعة مرتفعة تمثل عيباً فى التربين المحورى إلا أن حساب هذه الفترات لعام ١٩٦٨ . أثبت أن ذلك غير صحيح وأن الغردقة مكان يعتمد عليه فى استخلاص الطاقة من الرياح . ويبين جدول رقم (٣) عدد الفترات التى يستمر وقوف التربين فيها لمدد تتراوح بين ١ — ٤ ساعات ومدد تتراوح بين ٥ — ٨ ساعات وهكذا يتضح أن أطول مدة مستمرة يتوقف خلالها التربين هى ١٠٠ ساعة . وقد حدثت فى أبريل كذلك أن ٣ ٤ من هذه الفترات يتوقف فيها التربين لمدة أكثر من ١٢ ساعة مستمرة منها ١٨ فترة خلال فصل الشتاء بينما يبلغ عدد الفترات التى يتوقف فيها التربين لمدة أكثر من يوم كامل ثمانية فترات فقط أما عدد الساعات الكلية التى يتوقف التربين فيها خلال العام فتبلغ ٢٠٤٨ ساعة وهى تشكل ٢٣ ٪ من السنة . وإذا اخترنا سرعة رياح حرجة (٨ كم/ س) وهى السرعة التى تصل عندها قدره أى تربين إلى قرب الصفر نجد أن النسبة بين ما يمكن الحصول عليه من طاقة نظرية لتربين محورى وبين أقصى ما يمكن الحصول عليه من طاقة الرياح كما جاء فى جدول (٤). ومنه يتبين أن النسبة تتراوح بين ٩٣٫٨ — ١٠٠ ٪ وهذا يؤكد أن عيب ارتفاع سرعة القطع للتربين المحورى لا تشكل سبباً رئيسياً فى عدم استخدام التربين المحورى فى منطقة الغردقة . والمقارنة مع مرسى مطروح حسبت القيم السالفة وهى مبينة فى جدول رقم (٥) ويتضح منه أن أطول مدة مستمرة يتوقف خلالها التربين هى ٩٥ ساعة وقد حدثت فى سبتمبر كذلك . ويتبين أن ١٠٣ من هذه الفترات يتوقف فيها التربين لمدة أكثر من ١٢ ساعة مستمرة منها ٢٥ خلال فصل الشتاء بينما يبلغ عدد الفترات التى يتوقف

فيها التربين لمدة أكثر من يوم كامل ١٥ فترة . أما عدد الساعات الكلية التي يتوقف فيها التربين خلال العام فتبلغ ٣٥٥٤ ساعة . وهي تشكل ٤٠٪ من السنة .

أما النسبة بين ما يمكن الحصول عليه من طاقة نظرية باستعمال تربين محوري وبين أقصى ما يمكن الحصول عليه من طاقة الرياح فهو كما جاء في جدول (٦) ومنه يتبين أن النسبة تتراوح بين ٦٩,٨ — ٩٩,٧٪ .

مما تقدم يتضح وجود طاقة رياح متوفرة على شاطىء البحر الأحمر يجب استغلالها وهذا يحتم تحديد برنامج للعمل نظراً لما يجابه مثل هذه التربينات من تغييرات لتلائم الموقع مما يحسن معه إقامة تربين رواد في الموقع تؤخذ عليه تجارب لمدة عام لمعرفة التغيرات اللازمة ولإدخال التعديلات الملائمة وحتى يمكن إنتاج التربين بإعداد وفيرة لتركيبها على طول ساحل البحر الأحمر ويمثل تخزين الطاقة لاستعمالها عند الحاجة مشكلة رئيسية يمكن حلها وربما بطرق فنية مستحدثة . فإقامة التربين الرائد يفيد إذن في ثلاث نقاط أساسية لمعرفة كمية الطاقة السنوية للتربين وإمكانية الاعتماد عليه وطريقة التخزين على أسس اقتصادية سليمة .



التحكم المركزى التلقائى لشبكات القوي الكهربية

للدكتور المهندس مدحت أديب نصر

يقدم هذا البحث عرضاً وتحليلا لأنواع وطرق التحكم المركزى فى توزيع القوى الكهربية مع المقارنة بينها بغرض استخلاص المميزات الخاصة بكل منها .

واشتمل البحث أيضاً على طريقة للتحكم فى الحمل والذبذبة فى شبكات القوى الكهربية ، وطرق نقل وتبادل المعلومات بين مراكز التحكم ومحطات توليد القوى الكهربية .

الانهيار المفاجىء للسفن الملحومة

والمبنية من الصلب المنتج محليا

دكتور مهندس يحي قابيل ، المهندس أحمد فرحات

يتعرض هذا البحث لمشكلة الانهيار القصيف للسفن التى يمكن تصنيعها محلياً من صلب بناء السفن B.S. 13 ، الذى تنتجه مصانع الحديد والصلب المصرية ، وأسياخ اللحام المصرية Gazine R—48 ، وهى المشكلة التى واجهت صناعة بناء السفن فى كل من أوربا والولايات المتحدة حينما استخدم تكنيك اللحام فى هذه الصناعة لأول مرة على نطاق واسع نظراً للميزات الضخمة التى يتميز بها على أسلوب البرشام الذى كان سائداً فى ذلك الوقت . ولقد قامت هذه الدراسة باستعراض تطور هذه المشكلة التاريخى وشرح مختلف التجارب التى تصدت لاستكشاف جوانب هذه المشكلة ثم قامت بإجراء سلسلة من التجارب على كل من معدن الأساس وسلك اللحام .

ولقد أسفر البحث عن تحديد درجات الحرارة الحرجة التى تعتبر حد الأمان لتلافى الانهيار القصيف لكل من الصلب ومعدن اللحام فى ظروف الخدمة المختلفة . كما كشفت الدراسة عن بعض العيوب فى تغليف الأسلاك التى قد تتسبب فى إدخال « حزوز » يمكن أن يبدأ منها الكسر عند توفر الظروف المناسبة من ناحية الإجهاد ودرجة الحرارة .

وأظهر البحث كذلك أن تخمير واستعدال صلب الأساس من ناحية والتسخين المبدئى قبل اللحام من ناحية أخرى ليس لهما أى تأثير على تحسين خواص مطولية الحز ، ويرجع هذا إلى تضخم الحبيبات الناشىء عن معدل التبريد البطىء ، كما ناقش البحث أيضاً بعض مساوىء وحدود بعض الاختبارات المستخدمة فى بحث هذه المشكلة ، مثل اختبار الصدمة المنخفضة ، واختبار العينة المركبة .

العوامل المؤثرة على نفاذية أقراص الترشيح

دكتور محمد زكى حتحوت ، دكتور محمد فكرى شلبى
دكتور محمد محمود الجندى

يتضمن البحث قياس درجة النفاذية عملياً لمهد مكونة من حبيبات الكوارتز وقد استخدم لذلك حبيبات لها مدى حجمى واحد فى كل مهد وكذا استخدمت مهد مكونة من خليط من حبيبات مختلفة الحجم . وقد تراوحت المسامية بين ٣١ — ٤٧ ٪ والمسطح النوعى تتراوح بين ١٠٠ — ٧٠٠ سم^{٢}/سم^{٣} وقد تبين من البحث أن درجة النفاذية تزداد بازدياد النسبة الحجمية للمسام إلى المادة الصلبة ، كما تزداد درجة النفاذية مع تناقص المسطح النوعى .

وقد استنتجت علاقة رياضية من النتائج العملية باستخدام المهد المتجانسة فى حجم الحبيبات ويوضح البحث أنها تتفق مع النتائج العملية للنفاذية بالنسبة للمخاليط المستخدمة والمكونة من خليط من حبيبات مختلفة الأحجام .

وتوضح العلاقة الرياضية أن المسامية والمسطح النوعى هما العاملان الرئيسيان المؤثران على درجة نفاذية أقراص الترشيح .

V_p Volume of particle. (cm^3)

$\triangle P_c$ Pressure drop across filter cloth and supporting wire. ($gm./cm^2$)

$\triangle P$ Pressure drop across porous bed. ($gm./cm^2$)

μ Viscosity. (Poise)

g_c Gravitational constant. ($cm/sec.^2$)

ε Porosity. (fraction)

$\triangle \Phi_n$ Mass fraction of the total sample that is retained by screen n.

λ Shape factor of particle.

REFERENCES

1. Graton, L.C., and Fraser, M.I.T. Gool., 1935, 43, 785.
2. Smith, W.O., Foote, P.D., and Busang, P.F., Phys. Rev., 1929, 34, 1271.
3. Furnas, C. C., Industr. Enging. Chem., 1931, 23, 1052.
4. Wise, M.E., Philips Res., Rep. 1952, 7, 321.
5. McRae, J. C., and Gray, W. A., Brit. J. applied Phys., 1961, 12, 164.
6. Freshwater, D.C., and Scarlett, B., The Chem. Eng. (Tr. Inst. Chem. Engrs.), 43, 8, 1965.
7. Tickell, F.G., Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 1935, 19, 1233.
8. Mavis, F. T., and Wilsey, E. F., Engng News Rec., 1937, 118, 299.
9. Prokat, F., Chem. Apparatur, 194, 27, 129.
10. Krumbein, W.G., and Monk, G.D., Trans. Amer. Inst. Min. Engrs; 1942, 151, 153.
11. Sen—Gupta; N.C. ; and Nwyn, M.G.T., Indian J. of Phys., 1943, 17, 39.
12. Pillsbgury, A.F., Soil Sci., 1950, 70, 299.
13. Scheidegger, A.E., Prod. Mon., 1953, 17, No. 10, p. 17.
14. Childs, E.C., and Collis-George, N., Proc. Roy. Soc., 1950, A 201, 392.
15. Marshall, T.J., Soil Sci, 1958, 9, 1.
16. Hathout, M. Z., Chalabi, M. F., and El-Gindy, M.M., Tech. Bull. Assiut University, 1966.
17. Martin, Trans, Brit. Ceramic Soc., 27, 285 (1928).

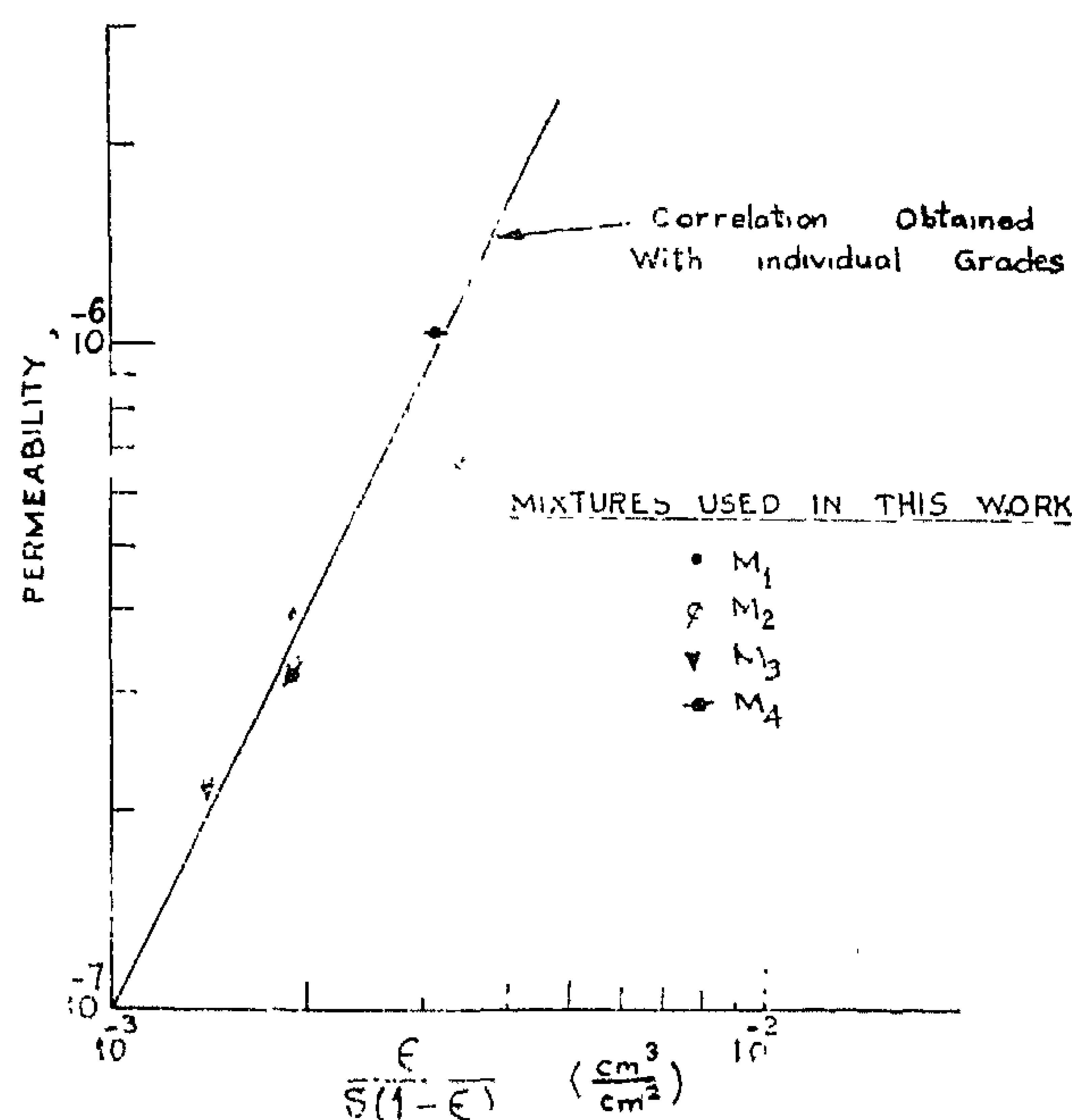


Fig. 7. — Comparison of Permeability of Mixtures with Correlation of Individual Grades.

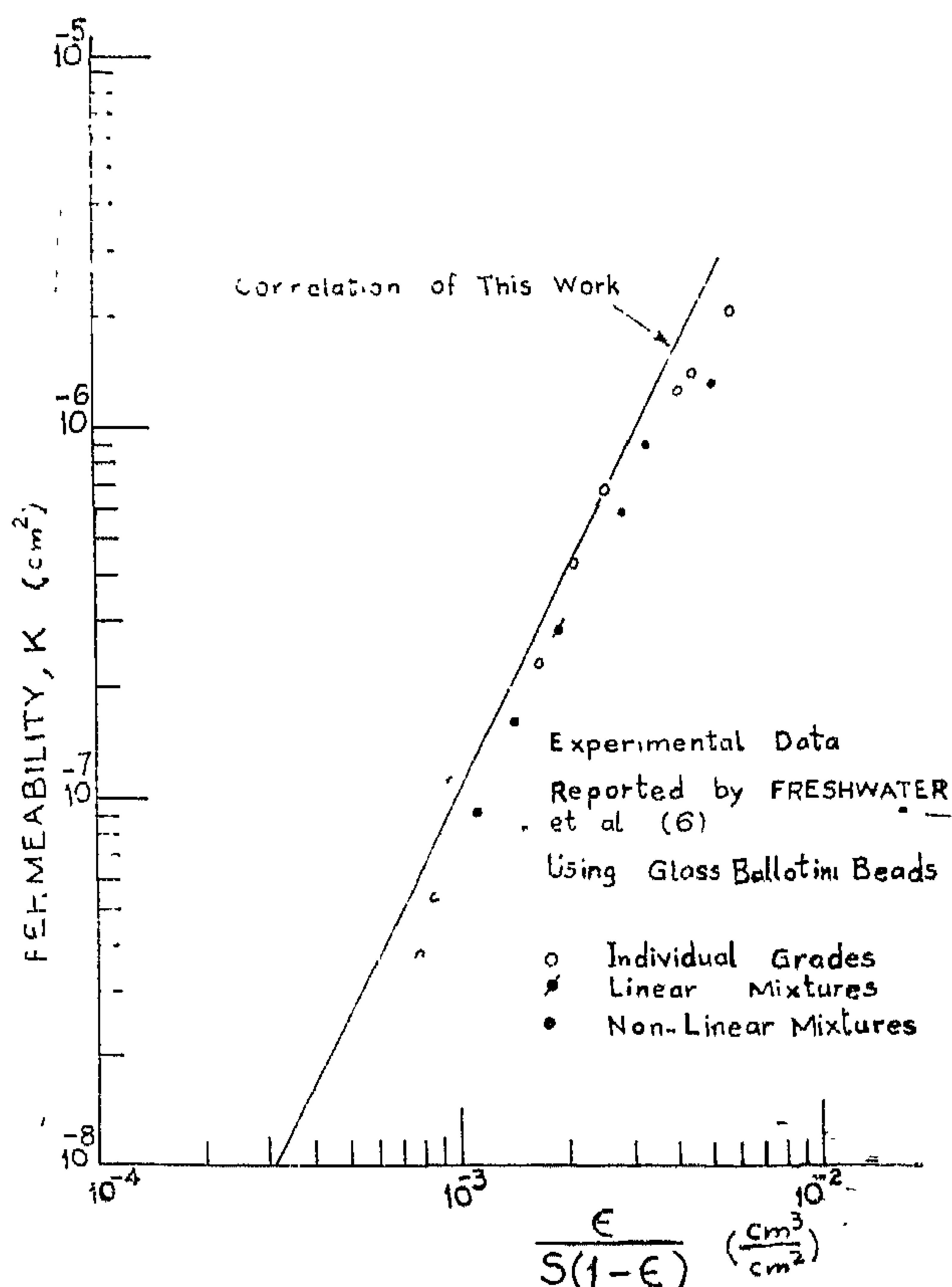


Fig. 8. — Comparison of Permeability.

CONCLUSIONS

It is obvious from the investigation that the permeability is determined by the ratio of voids to solids as well as by the specific surface. The particle size distribution has no effect on the permeability as long as the different sized particles are uniformly distributed in the bed. This leads to the conclusion that there is no effect of particle size distribution of a slurry on its behaviour in a filteration process if the slurry is thoroughly mixed. If the rate of filteration is the important factor, the permeability of the bed could be increased by increasing the ratio $\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}$ and decreasing the specific surface until a suitable value is obtained in accordance with equation (6).

If the clarity of the filterate is more important, the porosity of the bed may be adjusted to achieve the required degree of clarity.

SYMBOLS USED

A	Cross sectional area of porous bed. (cm^2)
A_P	Surface area of particle. (cm^2)
D_P	Arithmatic average particle dimeter. (cm)
D_n	Arithmatic average particle diameter retained by screen n. (cm)
K	Experimental permeability. (cm^2)
k	Calculated permeability from Kozeny-Carman equation. (cm^2)
L	Height of porous bed. (cm)
n_T	Number of screens.
q	Flow rate. (cm^3/sec.)
S	Specific surface. (cm^2)/(cm^3)

$$K = 0.1 \left\{ \frac{\varepsilon}{S\,(1 - \varepsilon)} \right\}^2 \qquad \ldots\ldots\ldots (6)$$

In order to test the applicability of this correlation to mixtures of different compositions, four mixtures were prepared from the individual grades and the particle size distribution is shown in figure number (6). The measured permeability of each mixture was plotted against $\frac{\varepsilon}{S\,(1 - \varepsilon)}$ as shown in Fig. 7. It is seen that the correlation obtained with individual grades applies to mixtures as long as thorough mixing is ensured before measuring the permeability.

In order to compare the correlation of this work with previously reported data, figure number (8) was developed to illustrate the experimental data reported by Freshwater et al[6], who measured the permeability of porous beds of glass Ballotini beads. It is seen that the correlation of this work is quite in good agreement with their data than the values calculated from Kozeny-Carman equation 1.

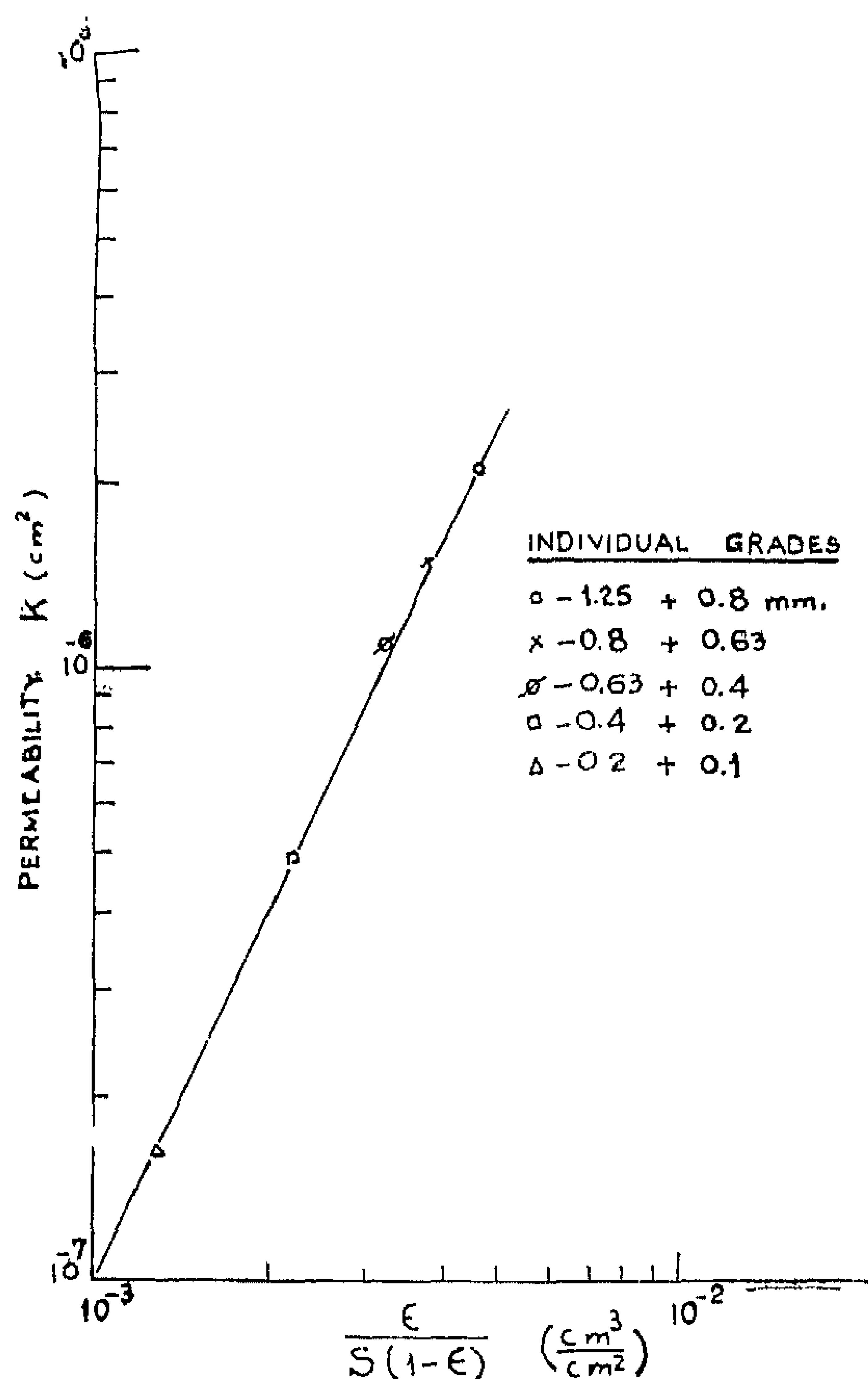


Fig. 5. — Effect of Porosity and Specific Surface on Permeability.

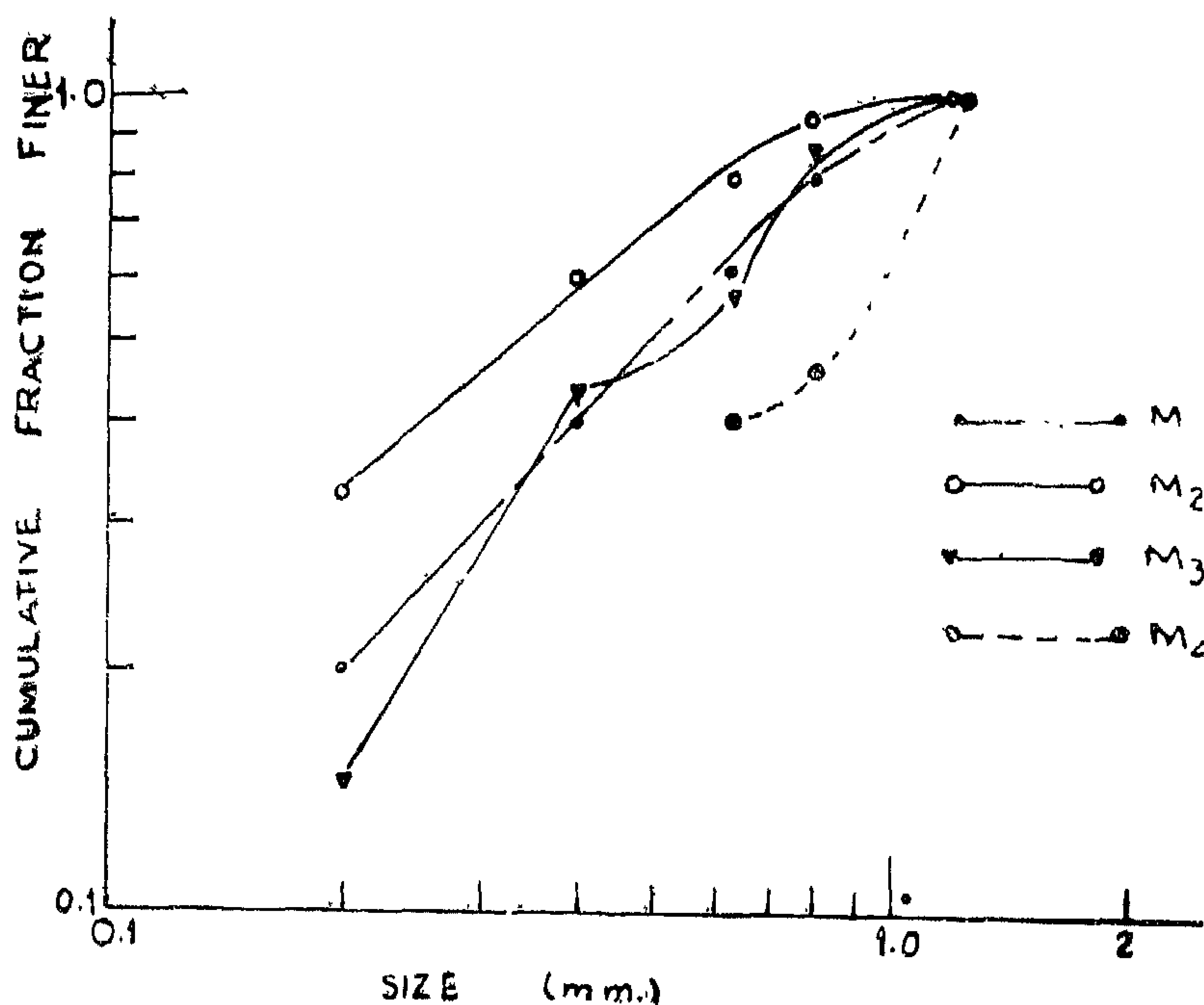


Fig. 6. — Particle Size Distribution of Different Mixtures of Quartz Particles.

RESULTS AND DISCUSSION

Table (1) gives the values of the shape factor, λ, as determined by the two different methods previously mentioned for the particle shapes illustrated in figure number (1).

Table (1)

Shape Factor

Shape No.	Shape Factor λ Graphical integration	Shape Factor λ Martin's method
1	1.75	1.75
2	1.74	1.71
3	1.61	1.58
4	1.63	1.76
5	1.86	1.74
Average	1.72	1.70

It is seen from the above table that both methods give nearly the same value of the shape factor, λ, and an average value of 1.7 was applied in the calculations of the specific surface.

Figure number (3) shows the pressure drop across the filter cloth and supporting wire at different rates of water flow which can be represented by the equation :

$$\triangle P_c = 0.3 \ (q)^{0.8} \qquad \text{......... (5)}$$

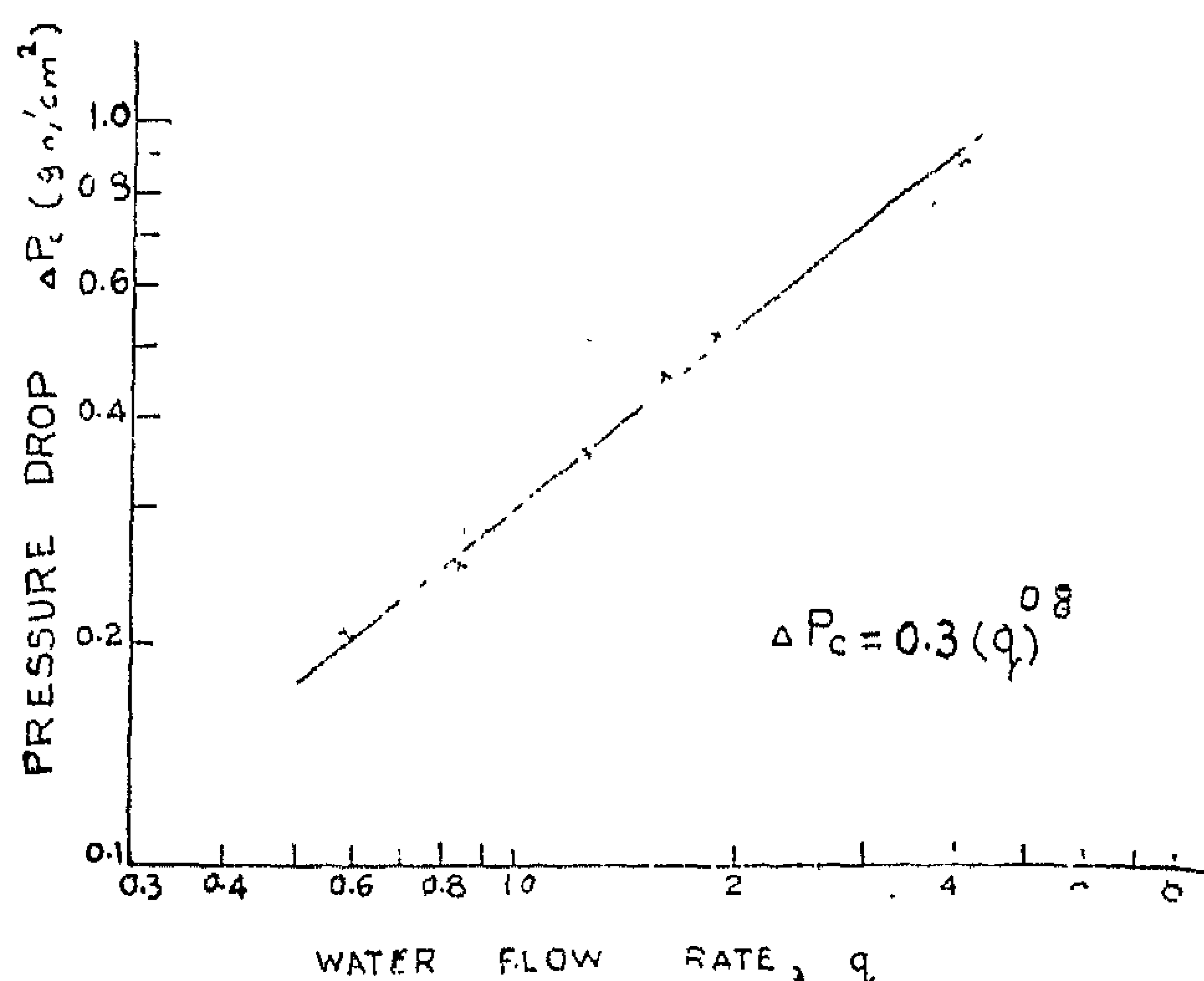


Fig. 3. — Pressure Drop across Filter Cloth and Wire Support.

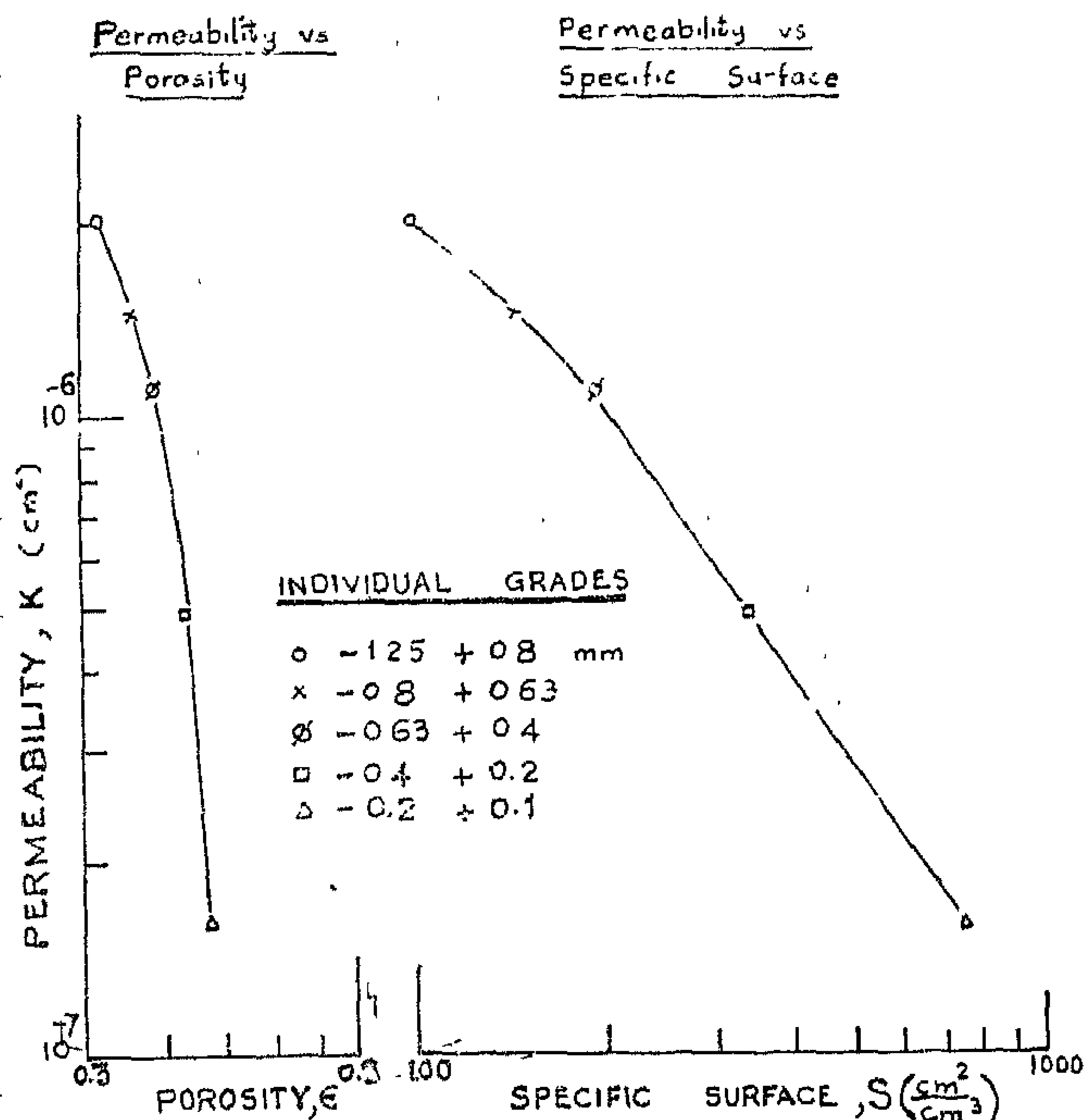


Fig. 4.

In case of measuring the pressure drop across the porous bed, the total measured pressure drop was reduced by the value of the pressure drop across the filter cloth at the corresponding water flow rate as determined from either fig. (3) or equation (5). Figure (4) shows the variation of permeability with porosity and with specific surface of the individual grades. It is clearly seen that as the particle size decreases the porosity increases and the permeability decreases. It also shows that the permeability decreases as the specific surface increases which is quite in good agreement with Freshwater et al[6].

It has been found by algebraic analysis of the data, that in order to bring permeability, porosity, and specific surface in one correlation; (log K) should be plotted versus log $\left\{ \frac{\varepsilon}{S(1-\varepsilon)} \right\}$ as shown in figure (5). Here the data for the individual grades fit a straight line which is represented by the equation :

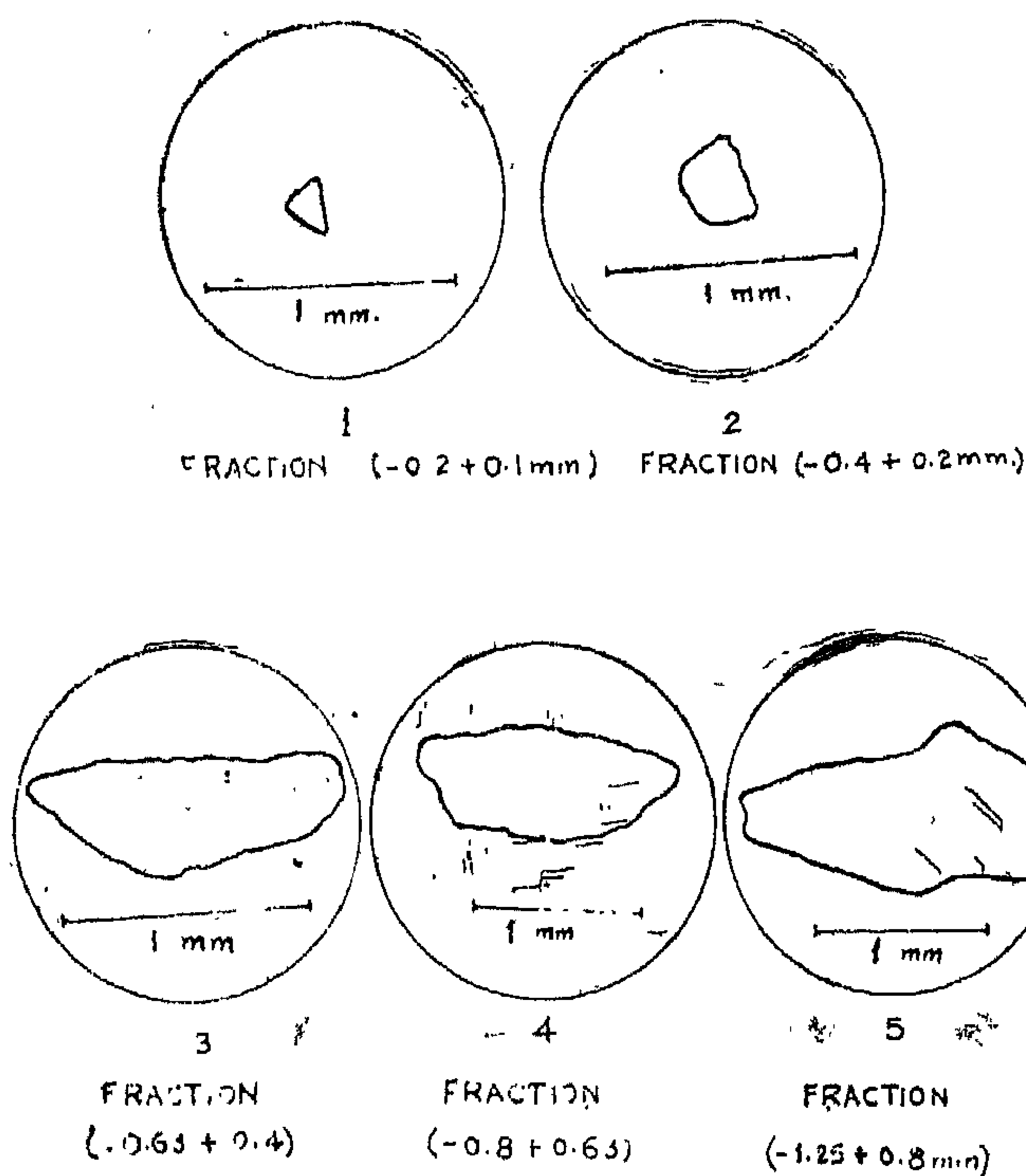


Fig. 1. — Different Particle Shapes.

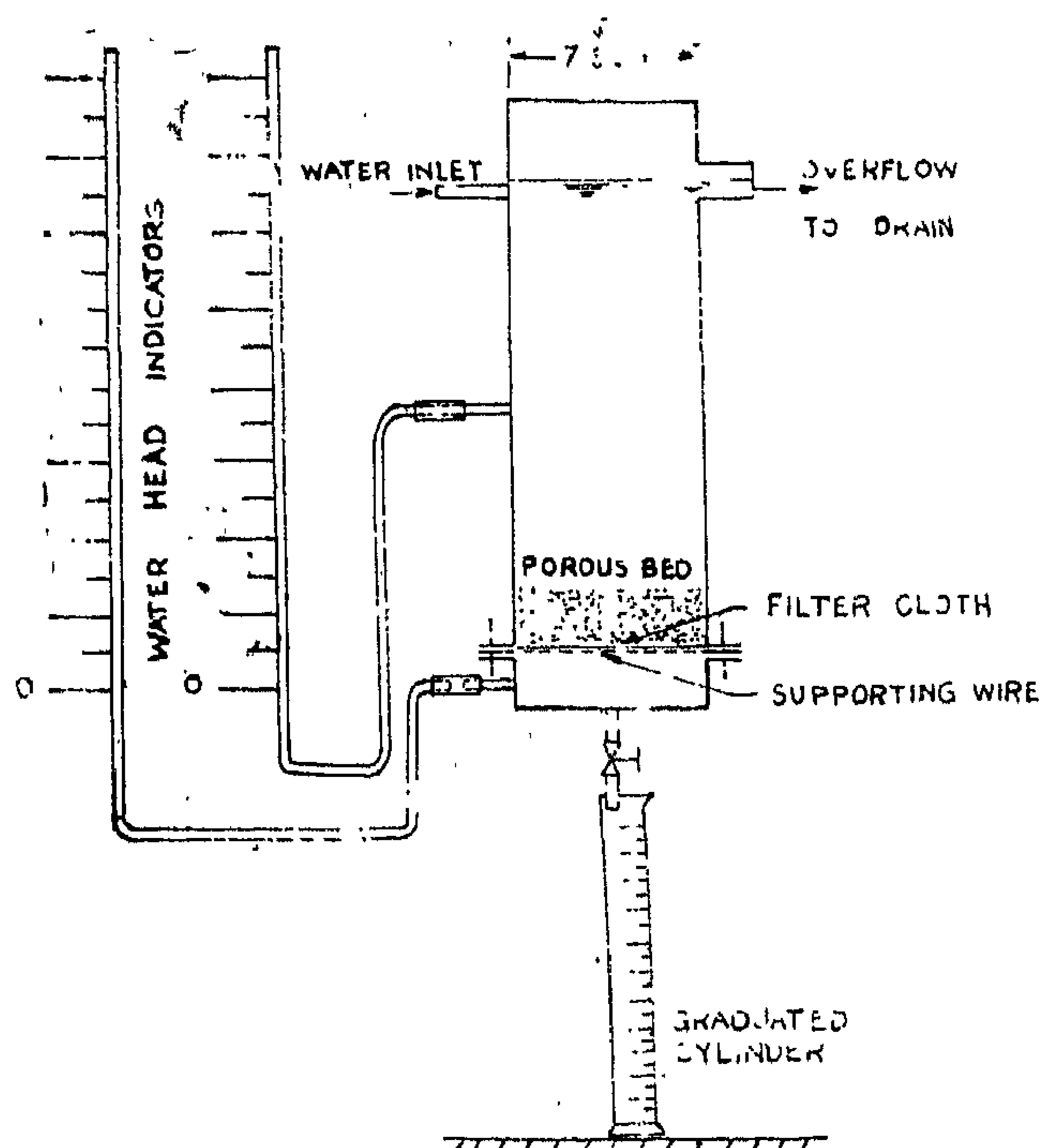


Fig. 2. — Apparatus for Permeability Measurement.

The specific surface of each individual grade equalled $\frac{6\lambda}{\bar{D}_p} \left(\frac{cm^2}{cm^3}\right)$ and the specific surface of a mixture was calculated from the differential analysis as............

$$6\lambda \sum_{n=1}^{nr} \frac{\Delta \Phi_n}{D_n} \left(\frac{cm^2}{cm^3}\right)$$

The porosity was measured by weighing 50 gms of each sample, pouring it in a graduated cylinder, tapping the cylinder until the bed had reached its ultimate porosity and the volume occupied, V_2, was then measured. The actual volume of the solid sample, V_1, was determined by measuring the increase in the volume of water placed in another graduated cylinder after dropping the 50 gms sample into it. The porosity, ε, was then calculated from the equation :—

$$\varepsilon = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \qquad \text{......... (3)}$$

The permeability of each grade was determined using the apparatus shown in figure number (2). At first it was necessary to measure the pressure drop through the filter cloth and supporting wire at different rates of water flow. Each grade was then introduced in the apparatus and the permeability measured using the equation :—

$$K = \frac{q\ \mu\ L}{A\ \Delta\ P\ g_c} \qquad \text{......... (4)}$$

In case of measuring the permeability of mixtures they were thoroughly mixed to avoid channelling of the water flow through the bed due to mal-distribution of the different particle sizes.

$$k = \frac{\varepsilon^3}{5 S^2 (1 - \varepsilon)^2} \quad \text{......... (1)}$$

They reported an approximate agreement between the measured and calculated values, and indicated that the permeability of the individual grades of beads decrease drastically with increasing specific surface. Their experiments showed that the permeability of a powder can be altered considerably by adjusting the size distribution. Their results showed more deviation from the predicted value for non-linear mixtures and they attributed this to the change of particle size distribution.

Childs and Collis-George[14] developed expressions for permeability on the basis of pore size distribution rather than particle size distribution, and a similar relationship has also been derived by Marshall[15]. The main problem of such approach is that the particle size distribution can be controlled in a slurry rather than the pore size distribution.

It is clear from the above literature review that more work is needed to establish the parameters affecting the permeability. It is intended by this work to show an experimental investigation of the factors affecting the permeability using beds of individual grades of quartz particles as well as mixtures of the individual grades with different size distributions.

Experimental Work :

The material used consisted of different size fractions separated by sieve analysis of ground quartz produced from a batch type rod mill in a previous investigation[16]

The sizes of the fractions used in this work are :— —1.25 + 0.8 mm., —0.8 + 0.63 mm., —0.63 + 0.4 mm., —0.4 + 0.2 mm., and —0.2 + 0.1 mm.

The experimental work can be classified into three main items :—

(a) Determination of the shape factor of the particles in the different fractions.

(b) Measurement of the porosity of each of these fractions as well as of prepared mixtures of these grades.

(c) Measurement of the permeability of these fractions as well as of the prepared mixtures.

The shape factor was determined by examining the shape of the particles under the microscope and selecting five different particles representing the most predominant shapes existing in all the fractions. Each particle was photographed on the microscope and the shape of the particle on a photographic print was traced on graph paper. The degree of magnification was determined from a one millimetre scale, devided into hundred divisions, which is printed on the glass slide carrying the particle, and is photographed with the particle. Figure number (1) shows the five different shapes of particles. The volume and surface of the particle was determined by graphical intergration, taking the defining dimension of the particle, $\bar{D}_p$, equal to the arithmatic average dimension of the two screens defining the particle fraction, and equal to the level of the highest point in the particle over the glass slide of the microscope. The shape factor, λ, was then calculated from the equation :—

$$\frac{A_p}{V_p} = \frac{6\lambda}{\bar{D}_p} \quad \text{......... (2)}$$

The shape factor was also determined for the different particles applying Martin's method[17] by measuring a linear dimension which is the straight line dividing a particle lying on a microscope slide into two apparently equal parts.

FACTORS AFFECTING THE PERMEABILITY OF FILTER CAKES

By

Dr. M.Z. HATHOUT[1], Dr. M.F. CHALABI[2],

and

Dr. M.M. ELGINDY[3]

ABSTRACT

The permeability of porous beds of quartz particles was determined experimentally. Different size fractions and mixtures were used with porosities ranging from 31 to 47 percent and specific surfaces ranging from 100 to 700 cm^2/cm^3. It is shown that the permeability increases with the increase of the volumetric ratio of pores to solids and it also increases with the decrease of the specific surface. A correlation has been derived from the experimental data with the individual size fractions which is shown to agree with the experimentally determined permeabilities of the used mixtures. The correlation shows that the porosity and specific surface are the fundamental parameters affecting the permeabilities of filter cakes.

Porosity and permeability are two of the most frequently used macroscopic properties of a filter cake which describe a cake filteration process. Early investigations on the relationship between particle size and porosity concerned systems of mono-sized spheres, and it is generally known that they can pack in six possible ways to form regular systems varying in porosity from 0.48 to 0.26(1). Smith(2) considered a system of mono-sized spheres in an irregular array and Furnas(3) considered mixtures of two sizes of pheres. Wise(4) predicted the pore sizes and porosity of an array of unequal spheres by considering the probability of a tetrahedron formed by any four spheres, all of which touch each other. McGrae and Gray(5) pointed out that a powder does not pack to a unique porosity and two states of packing can be only defined, one of minimum porosity and the second at incipient fluidisation. An infinite number of packing arrangements may exist between these two extremes. Freshwater et al(6) investigated the effect of size distribution on the porosity of a bed consisting of glass Ballotini beads. They reported that for powders of the same size limits, the porosity of a packed bed decreases as the size distribution approaches linearity. For powders with a wide range of sizes, the porosity was lower than for powders of similar distribution but narrower size limits.

Several empirical correlations of particle size distribution to permeability have been made(7-12); most of these investigations have considered only size range and not the shape of the distribution. Freshwater et al(6) measured the permeability of beds consisting of glass Ballotini beads with different size ranges. They compared their experimental data with the permeability calculated from equation (1), which represents the most popular model of permeability known by Kozeny — Carman model of a bundle of capillaries as given by Scheidegger(13).

1. Professor of Mineral Dressing, Azhar University, U.A.R.
2. Assistant Professor in Chemical Engineering, Cairo University, U.A.R.
3. Assistant Professor in Mining Engineering, Assiut University, U.A.R.

3 — t_s in "sphere-plane" gaps under long impulse waves can be of comparatively long duration and can be calculated by equation (7).

4 — The new component of time lag t_z now introduced is of importance in a "point-plane" gap under long duration impluse waves. The ionization process during t_z affects the whole process of the discharge and influences the shape of the voltage-time characteristic curves.

5 — t_f can be accurately calculated by equation (15).

6 — V = f (t_d) characteristics of a 100 cm "point-plane" gap using 10-80/2000/Usec. impulse waves have the minimum at an average break-down voltage of 400 kV.

7 — The break-down process under impulse waves of long duration which represent the internal overvoltages differ completely from that which occurs under impulse waves of short duration which represent the atmospheric overvoltage waves.

REFERENCES

1. Merkhalov S.D. Izvyastya NIIPT No. 1, 1957*.
2. Stekolnikov I.S. Acadimya Naok U.S.S.R. Volume 133 No. 3, 1960*.
3. Wanger C.F., Hileman A.R. Mechanism of break-down of laboratory gaps. Power apparatus and system october 1961.
4. Dolginov A.I. High Voltage technology. Moscow 1968*.
5. Suratinski L.I. High Voltage ttechnique. Moscow 1952*.
6. F.H. Sanders, Physi Rev. (41), 667.
7. J.M. Meck and J.D. Craggs. Electrical Break-down of Gases, Oxford 1953.
8. Keptsov N.A. electic Break-down of Gases. Moscow 1947*.
9. Loeb. The main processes of electric discharge of gases 1950.
10. Larionov V.P. Electricity No. 5, 1956*.
11. Norinder H, Salka O. Mechanism of positive spark discharges with long gaps in air at atmospheric pressure. Ark för fysik T. 3, No. 19, 1951.

(*) In russian language.

d) *Formative time lag* t_f :

To determine t_f it is very important to take into consideration the velocity of the leader. In (10) the following equation was obtained for the leader velocity in a "point-plane" gap,

$$v = K_3 \frac{S}{X^2} (V_t - V_{ox}) \qquad \dots (12)$$

Where,

v = leader velocity,
S = gap length,
V_t = instantenious voltage across the gap,
V_{ox} = voltage across the non-discharged distance X,
K_3 = constant.

Suppose that, $V_t = V_{max}$ during time lag t_f and $V_{ox} = aX$.

Where,

a = average voltage gradient in the gap.

Therefore, equation (12) has the new form,

$$v = K_3 \frac{S}{X^2} (V_{max} - aX) \qquad \dots (13)$$

$$\text{If} \quad v = -\frac{dX}{dt} \qquad \dots (14)$$

Therefore, from equation (13) and (14) we can obtain,

$$t_f = \frac{K_4}{a^2 \cdot S} \left[V^2_{max} \log_e \frac{V_{max}}{V_{max} - as} - \left(V_{max} \cdot as + \frac{a^2 \cdot S^2}{2}\right) \right] \qquad \dots (15)$$

K_4 can be determined by one experimental point.

The formative time lag t_f can be conveniently calculated by equation (15).

II — Break-down voltage / time to break-down characteristics :

The main peculiarity of the characteristics obtained is their V—shape, Fig. (5,8) and their minimum point at a certain time lag. This minimum was impossible to obtain under standard impulse waves. Refering to experimental results described here, these characteristics can be explained as follows :

It is well known that the minimum voltage gradient necessary for the break-down of such gaps is the static voltage gradient of 5 kV/cm. The average voltage gradient from Fig. (5) is 4 kV/cm and it is also known that the leader can only be developed if the gradient across the un-discharged distance of the gap is 5 kV/cm (10).

Therefore, the leader develops at the minimum point when a 20% of the gap length has already been discharged by ionization during t_z. This explanation agrees with (11) in which it is shown that the length of the corona streamers occupies in such gaps a length of 20% of the gap length. This also agrees with the calculation in Fig. (10) that the length of the ionized zone for a sphere of diameter 1 cm is 17 cm.

At higher voltages on the left branch of $V = f(t_d)$ curve the leader forms on the wave front before the concentration of the positive space charges at the sharp electrode and, in this case the total time lag decreases.

The existence of the right branch of the curve is solely due to the ionization process occuring during t_z as explained before.

CONCLUSIONS

Analysis of results obtained in this work lead to the following conclusions :

1 — The total break-down time lag exists in the genenral form of four components,

$$t_d = t_o + t_s + t_z + t_f$$

t_d depends on the degree of non-uniformity of the electric field and its components are dependent on the shape of the impulse wave.

2 — t_o is the period of time between zero and the moment at which the voltage is sufficient for self-sustained ionization in the gap.

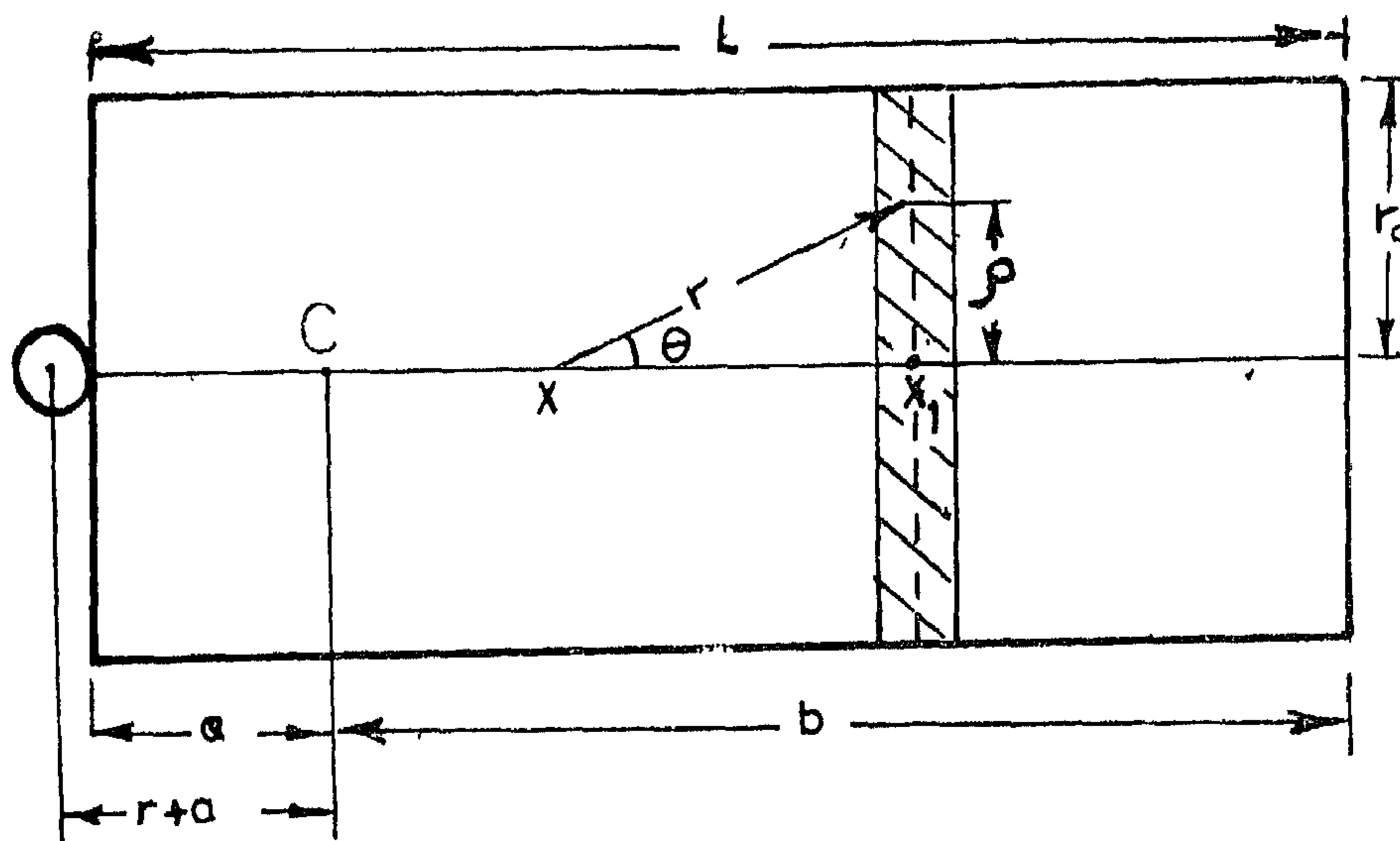


FIG 10 ASSUMED IONIZATION ZONE NEAR THE SPHERE ELECTRODE.

This distance is of sufficient length to affect the redistribution of the voltage across the gap and as a result, the voltage gradient at the surface of the sharp electrode may have to be raised again.

The following two expressions are proposed for calculating t_z empirically. For left branch,

$$t_{zL} = \frac{K_1}{\left(\frac{V_{max}}{S}\right)^{1.5}} \cdot t_f \qquad \dots (10)$$

For right branch,

$$t_{zR} = \frac{V_{max} - K_2}{2.5} \qquad \dots (11)$$

Where :

K_1 and K_2 are constants and can be determined from an experimental point for each expression,

V_{max} is the maximum voltage amplitude,

S is the gap length,

t_f is the formative time lag.

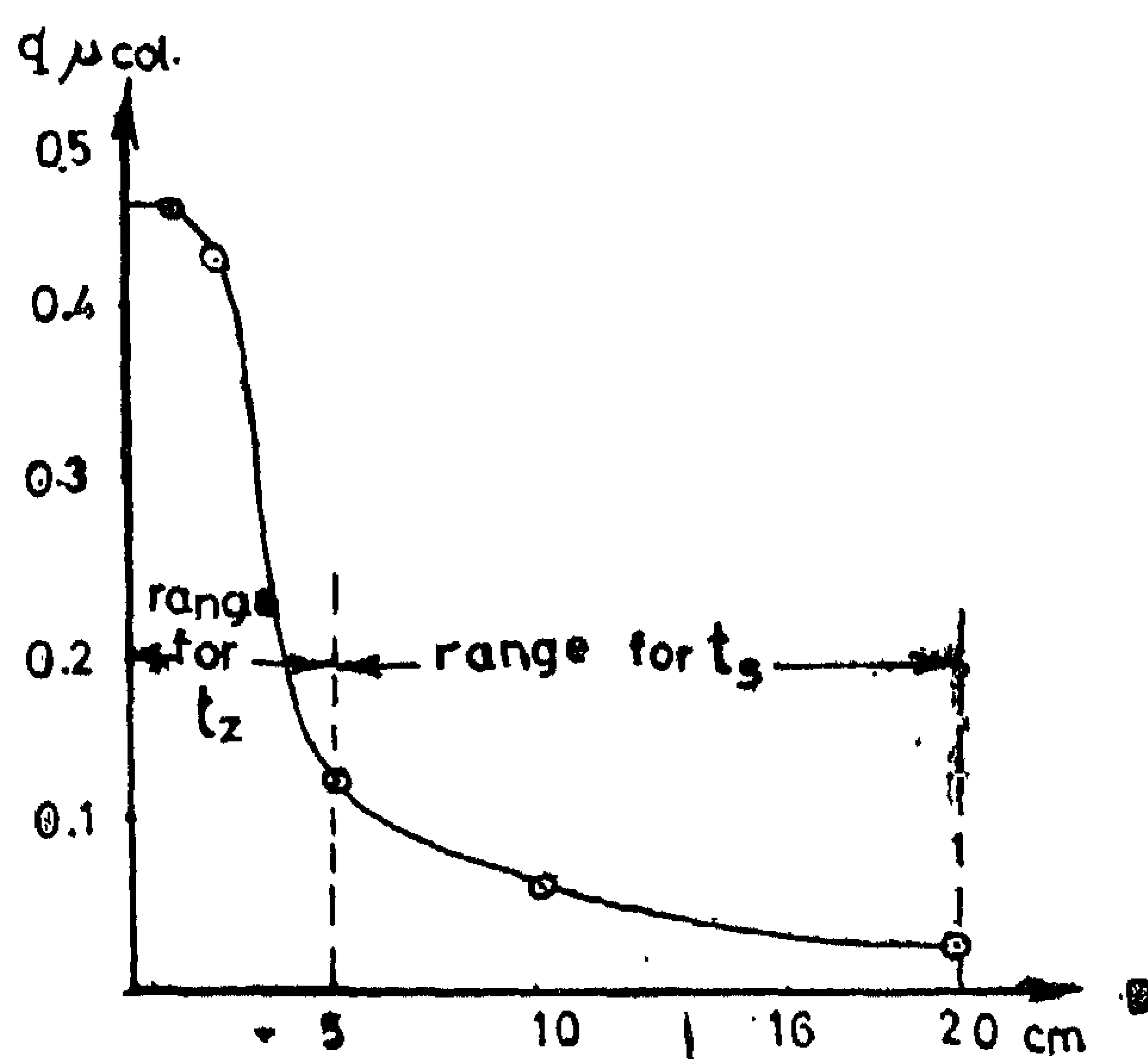


FIG 11 THE RELATION BETWEEN POSITIVE SPACE CHARGES AND DIFFERENT SPHERE DIAMETERS.

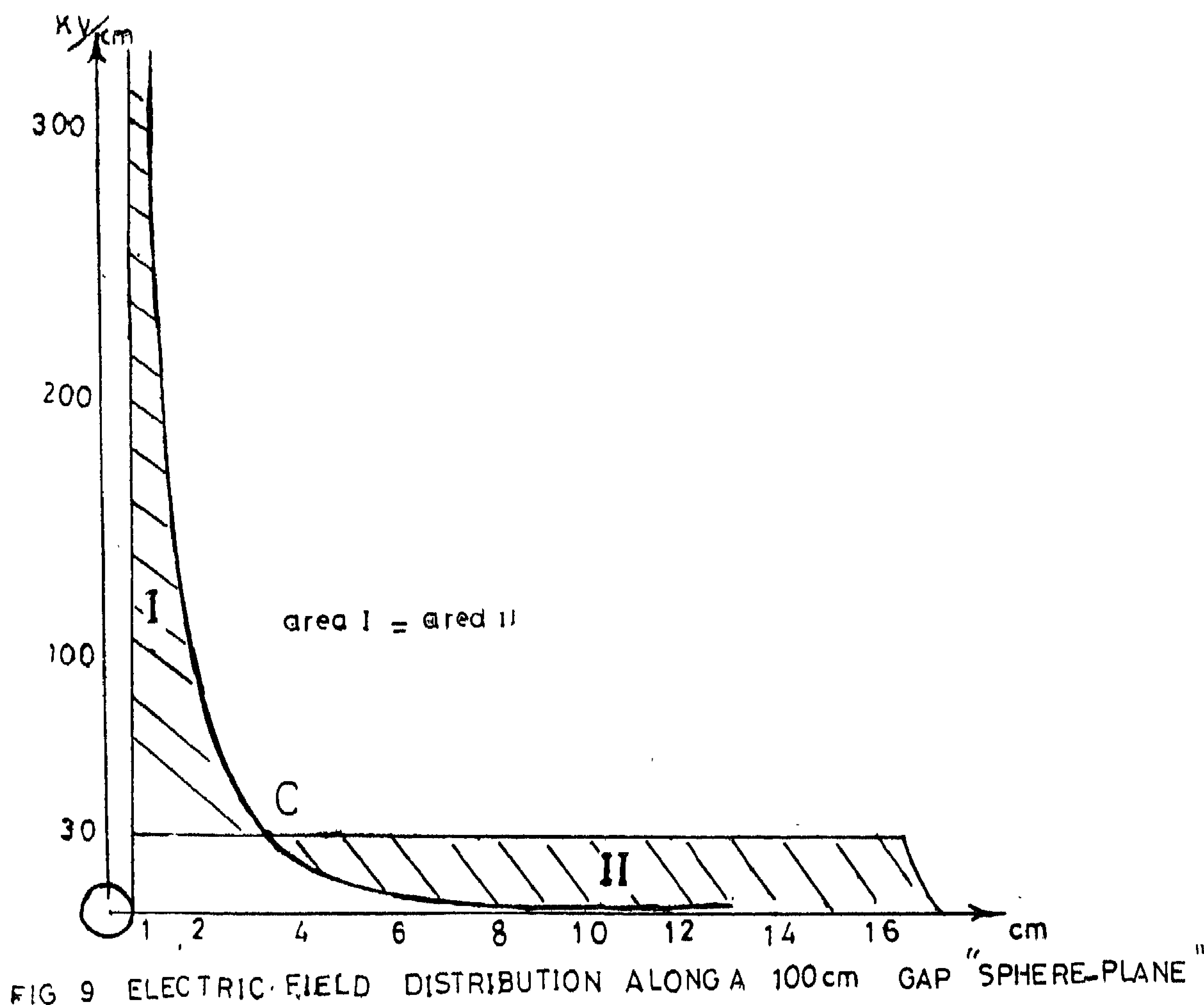


FIG 9 ELECTRIC FIELD DISTRIBUTION ALONG A 100 cm GAP "SPHERE-PLANE"

D = 1 cm , applied voltage = 500 KV , C = charge center

length of ionization zone = 17 cm.

The solution of equation (9) for different sphere diameters gives the distribution of the positive space charges along the axis of the gap. The graphic integration of these relationships gives the value of the space charges for different sphere diameters, as shown in Fig. (11). The shape of this curve indicates that the value of the positive space charges increacreases when the sphere diameter is decreased. This agrees with the experimental results which have shown that the space charges began to have appreciable influences only when the sphere diameter is 5 cm or less.

An attempt was done to calculate the distance of dissipation of the center of the space charges during the time of one pause of t_z. It is known that the dissipation of the space charges due ion diffusion can be disregarded (7, 8). Thus, the reason for such dissipation is the mobility of ions. Using (9), the ion mobility is 4 Cm/V. sec and the voltage gradient as previously assumed is 30 kV/cm. If an average time for one pause is 20 / Usec. Therefore, the velocity of ions is $4.30.10^3 = 12.10^4$ cm/sec, and the distance of dissipation during this time is $12.10^4.20.10^6 = 2.4$ cm.

c) t_z *time lag :*

As shown from experimental results, the start of ionization in the gap does not mean that the leader is already in the process of formation. It has been shown that the leader formation is preceded by a period of time lag t_z. The existence of this time component can be explained as follows :

Near the positive sharp electrode, positive space charfe are formed as a result of the process of the ionization. If the leader is not formed before a high concentration of positive space charges is developed, the process of leader formation will be stopped. The presence of a high concentration of positive space charges near the positive electrode will cause the redistribution of the voltage across the gap and the corresponding decrease of the voltage gradient near the sharp electrode which in turns hinder the formation of the leader. A certain time to allow for the dissipation of the positive space charges in the gap must elapse before the possible formation of the leader. The voltage gradient will then rise again and another attempt of ionization will be initiated accompanied by the corona flashes which may be transfered into the leader provided that the intensity of the space charges near the sharp electrode does not become high enough to hinder its formation. Such process might be repeated several times and the formation of the leader might to delayed. In some cases the leader could not be finally formed, as shown in Fig. (8).

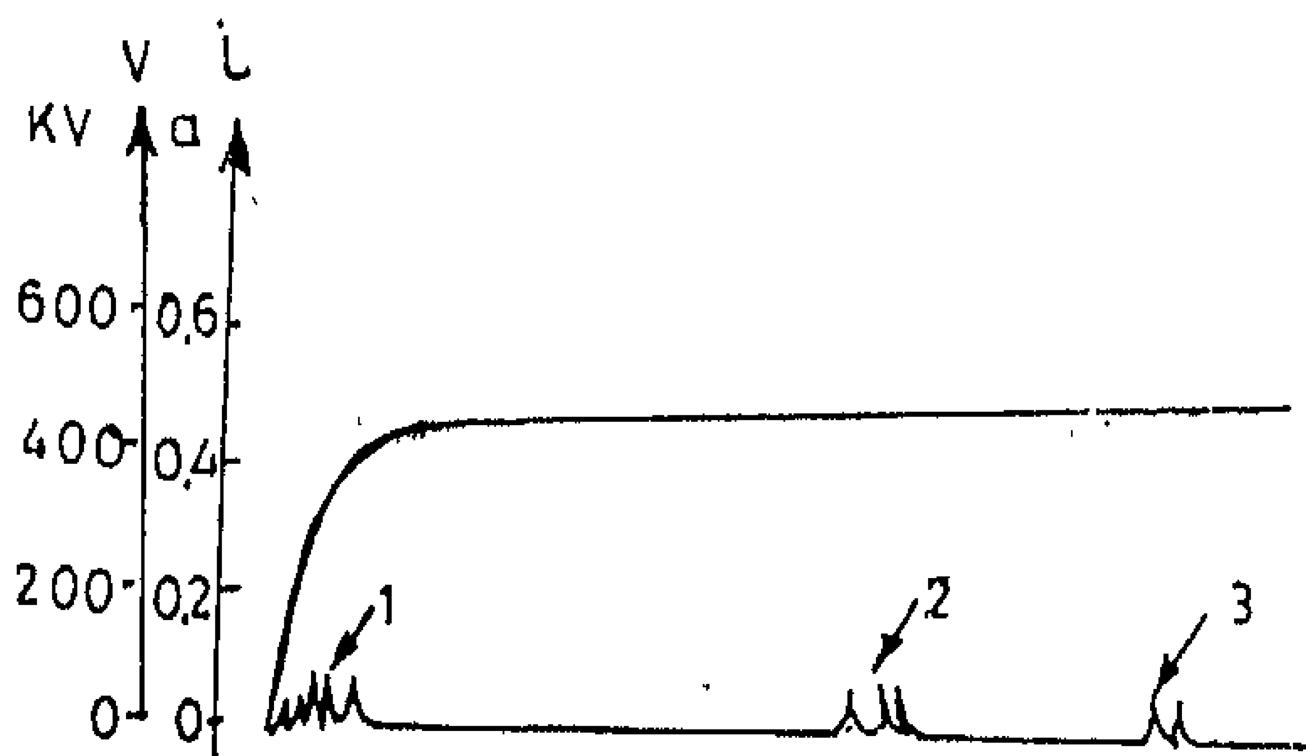


FIG 8. TYPICAL OSCILLOGRAM SHOWING THAT NONE OF THE IONIZATION FLASHES HAVE CAUSED LEADER FORMATION.
gap length=100 cm "+ point plane"
10/2000 µsec. wave form

To confirm this hypothesis, some calculations have been made to show the relation between the quantity of the positive space charges and different sphere diameters. The electrical gradient at any point along the axis of the "sphere-plane" gap before the start of ionization process can be determined by the following equation :

$$E = V \cdot r \left\{ \frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{(2 S_1 - r_1)^2} \right\} \quad \dots (8)$$

Where :

V = voltage applied to the gap,

r = radius of the sphere,

S_1 = gap length + r,

r_1 = distance from the center of the sphere to any point on the axis.

After the process of ionization starts in the gap the voltage gradient gets distorted. Assuming that this distortion occurs under condition of constant voltage gradient equal to 39 kV, cm through the ionization zone, the center of the space charges and the length of the ionization zone can be determined and the results are shown in Fig. (9).

If the ionization zone near the sphere is assumed to have an approximate cylinderical shape, as shown in Fig. (10), the distribution of the space charges along the axis of the gap, due to the distorted electric field, can be calculated by the following equation :

$$E_x \doteq \frac{1}{2 \varepsilon_0} \int_{-a}^{b} q(x_1) \operatorname{sgn.}(x_1 - x) \left\{ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{r_0}{x - x_1}\right)^2}} \right\} dx_1 \quad \dots (9)$$

α is the ionization. Coefficient.

Using Sander's experimental results (6) to obtain the relation $\alpha = f(E)$ for air, by which the relation of $\alpha = f(X)$ was constructed, taking the voltage gradient across the gap into consideration and thus a graphic intergation for the value $\int_0^x \alpha \, dx$ was produced. The potential at the sphere electrode was varied until the condition of self-sustatined ionization was fulfilled. Following this procedure, it is found that when the sphere diameter is 10 cm, self-sustained ionization occurs at the sphere surface when the applied voltage is 175 kV and that the voltage gradient at the sphere surface is 35 kV/cm. However, if the sphere diameter is 5 cm, self-sustained ionization occurs at an applied voltage of 110 kV and the voltage gradient at the sphere surface is 44 kV/cm.

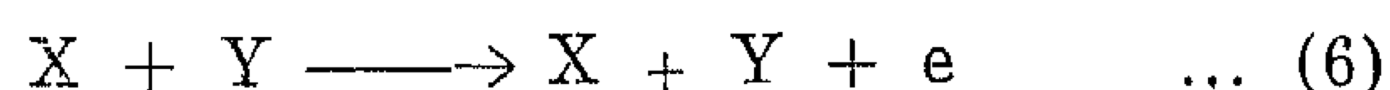
In "point-plane" gap where the diameter is considered zero, the applied voltage decreases and t_o tends to zero. The results obtained by this procedure set up the limits of t_o.

b) *Statistical time lag* t_s

It has usually been found out that the value of t_s obtained from long gaps with a non-uniform electric field is very small and can be neglected (7). The usual explanation is that three is a high voltage gradient near the sharp electrode which has the effect of increasing the volume of the ionization zone.

The experiments described here show that t_s can attain a value of 75/Usec. in a gap "sphere-plane" when the sphere diameter is 10 cm. In (7) it was noticed that t_s is inversely proportional to the applied voltage across the gap and for this reason it is here suggested that the appearance of the first electron needed for the ionization process is not a matter of chance caused by the effect of cosmic rays, radiation,... etc. as stated in (5).

Therefore it is suggested that the only source of the first electron for starting ionization in the gap is the negative ions of the air. Air contains atomic ions of oxygen $\bar{O}$ and also also molecular ions of oxygen $\tilde{O}_2$, and the former are found in larger quantities (8). Although the process of seperation of electrons from negative ions is still not fully understood, yet it is supposed that the collision of negative ions with gas molecules liberates the electrons and that the reactin can be written as,



$$X + Y \longrightarrow X + Y + e \qquad \dots (6)$$

This hypothesis implies that, free electrons may be formed following the seperation of electrons from the negative ions which have collided with atoms or molecules of oxygen. According to this new hypothesis, the time t_s needed for the appearance of the first electron can be calculated according to the equation,

$$t_s = \frac{1}{0.2 \; V \; N_i \; \dfrac{v_i}{A_i} \; \exp.\left(-\dfrac{U_s}{E \, A_i}\right) \; \exp.\left(-\dfrac{U_a}{E \, \lambda_e}\right)} \qquad (7)$$

where :

V = volume of the active zone of ionization,

N_i = concentration of ions in cm^3,

v_i = velocity of the negative ions,

λ_i = mean free path of ions,

E = voltage gradient of the electric field,

U_s = energy needed for seperating one electrone,

U_a = potential necessary for the ionization of the air,

λ_e = mean free path of electrons.

The calculation of t_s by equation (7) confirms to some extent with the experimental results of "sphere-plane" gaps. Calculation shows that the main source of seperation of the first electron is the negative ions of the atmospheric oxygen $\bar{O}$. The potential across the gap considered for such calculation is taken as the voltage sufficient for self-sustained ionization.

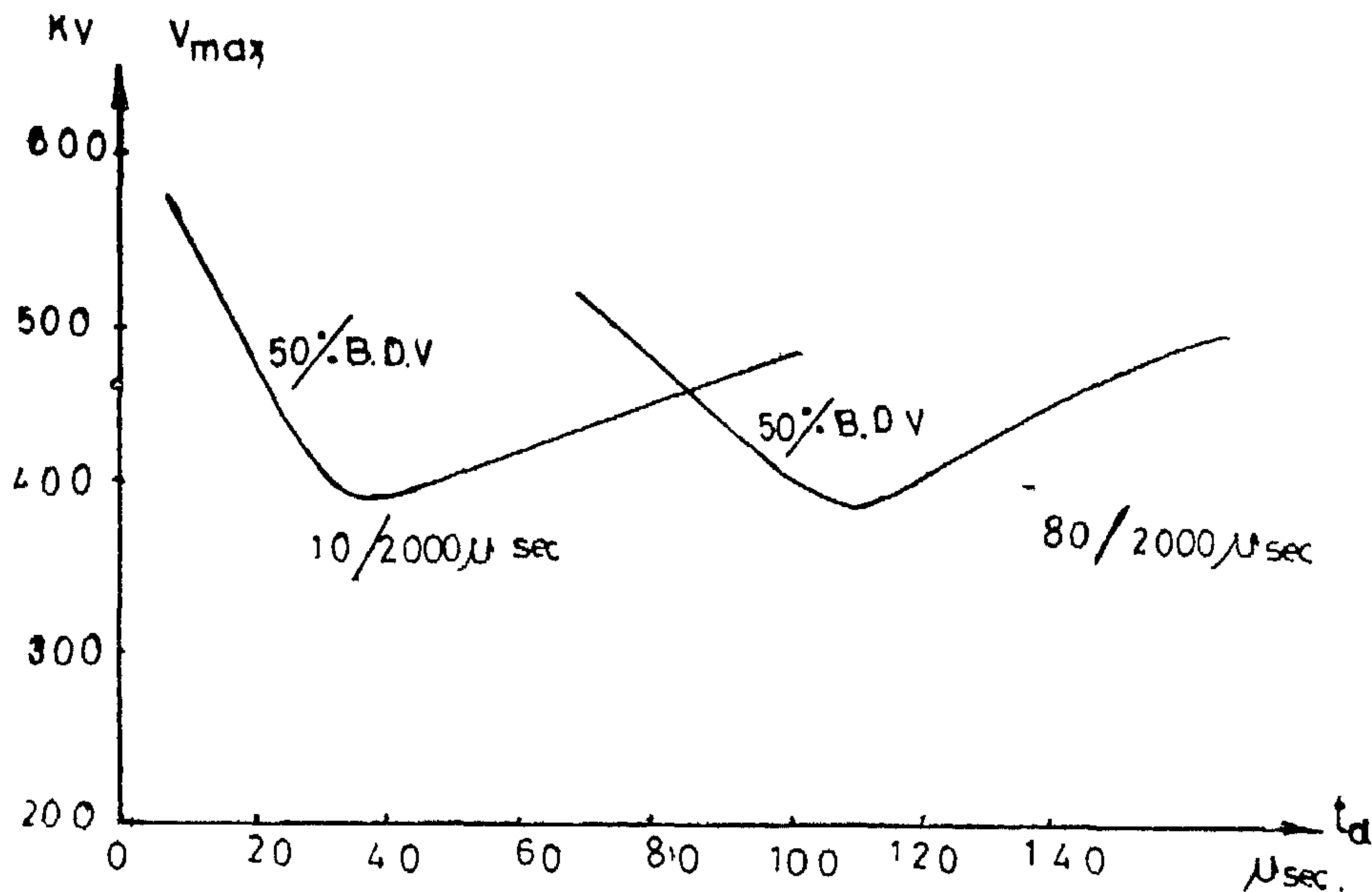


FIG 7 BREAK-DOWN/ TIME TO BREAK-DOWN CURVES (50%)

gap length = 100 cm "+ POINT — PLANE

Theoretical investigations and discussions.

1 — Components of the break-down time lag :

The time which elapses between the instant of application of impulse voltage to a gap and the occurrence of break-down is known as the time lag t_d. In general t_d cosists of four components.

$$t_d = t_o + t_s + t_z + t_f \qquad (4)$$

These components are dependant on the degree of non-uniformity of the electric field in the gap and also on the form of the impulse wave used.

a) Idle time lag t_o :

In most puplished work (4,8) the idle time lag t_o is defined as the period of time which corresponds to the duration of increase of break-down voltage applied to a gap from zero up to the value of static discharge voltage causing break-down under long time effect. This assumption is questionable because it assumes that the gap cannot be discharged under a voltage less than the statitc value. However, test results in this work have shown that the break-down occurs under voltages lower than the static voltage. A 100 cm "point-plane" gap discharges under 360 kV, although the static voltage for such a gap is 500 kV. Moreover, under standard wave t_o in typical gap is negligable, and since all research into the components of time lag was carried out under standard waves, the existence of t_o has always been discured. Under long duration waves, t_o has a considerable value, so it must be measured accurately in order to be able to assign correct limits for the remaining time lag components.

It is suggested that the limits of t_o are from zero voltage until the moment at which the voltage across the gap is sufficient for self-sustained ionization. The condition, according to (5), can be written as,

$$\int_o^x \alpha \, dx = 20 \qquad (5)$$

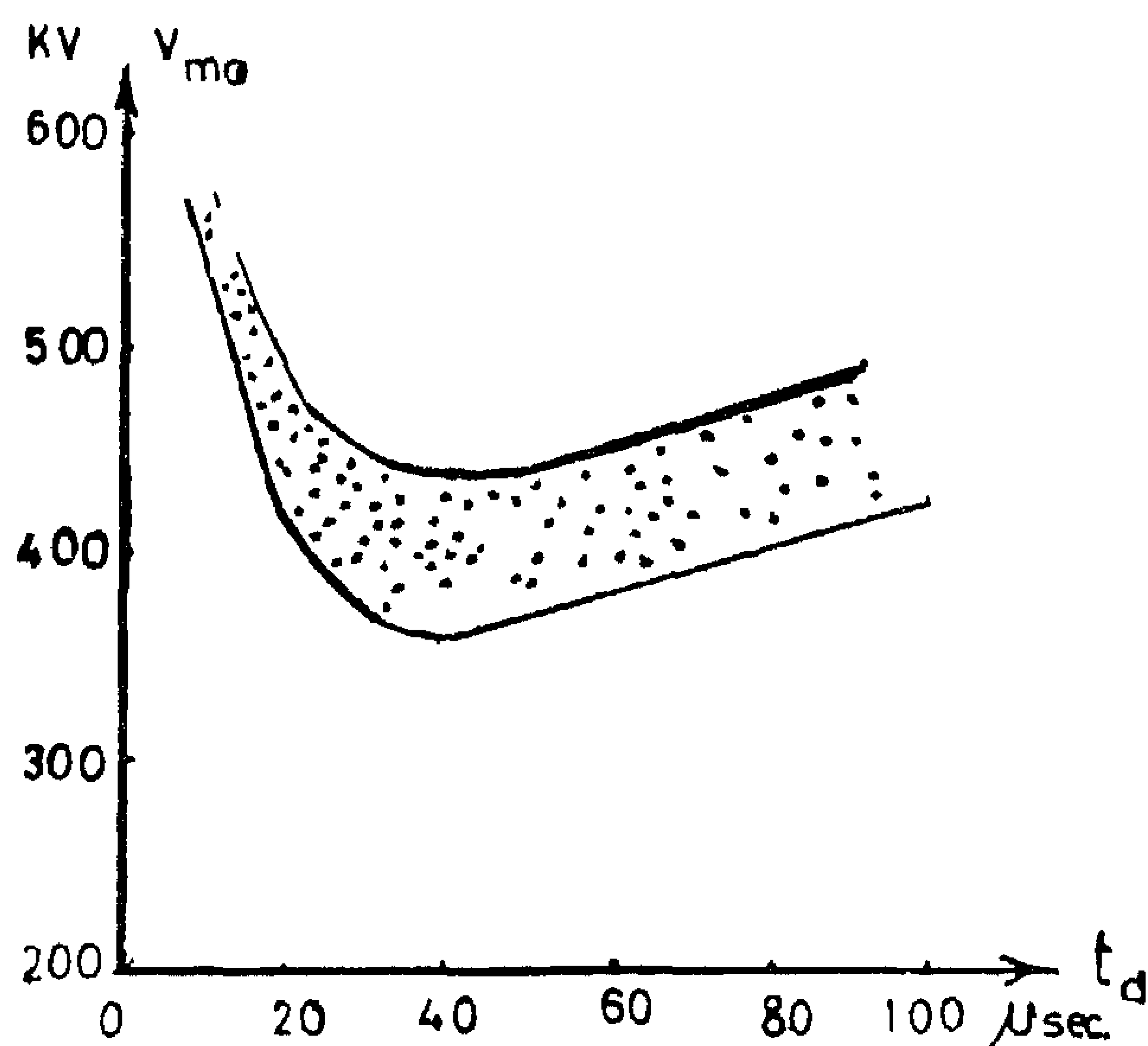


FIG 4 BREAK-DOWN VOLTAGE/TIME TO BREAK-DOWN CURVE.

gap length = 100 cm. "+ point - plane"

10/2000 μsec. wave form.

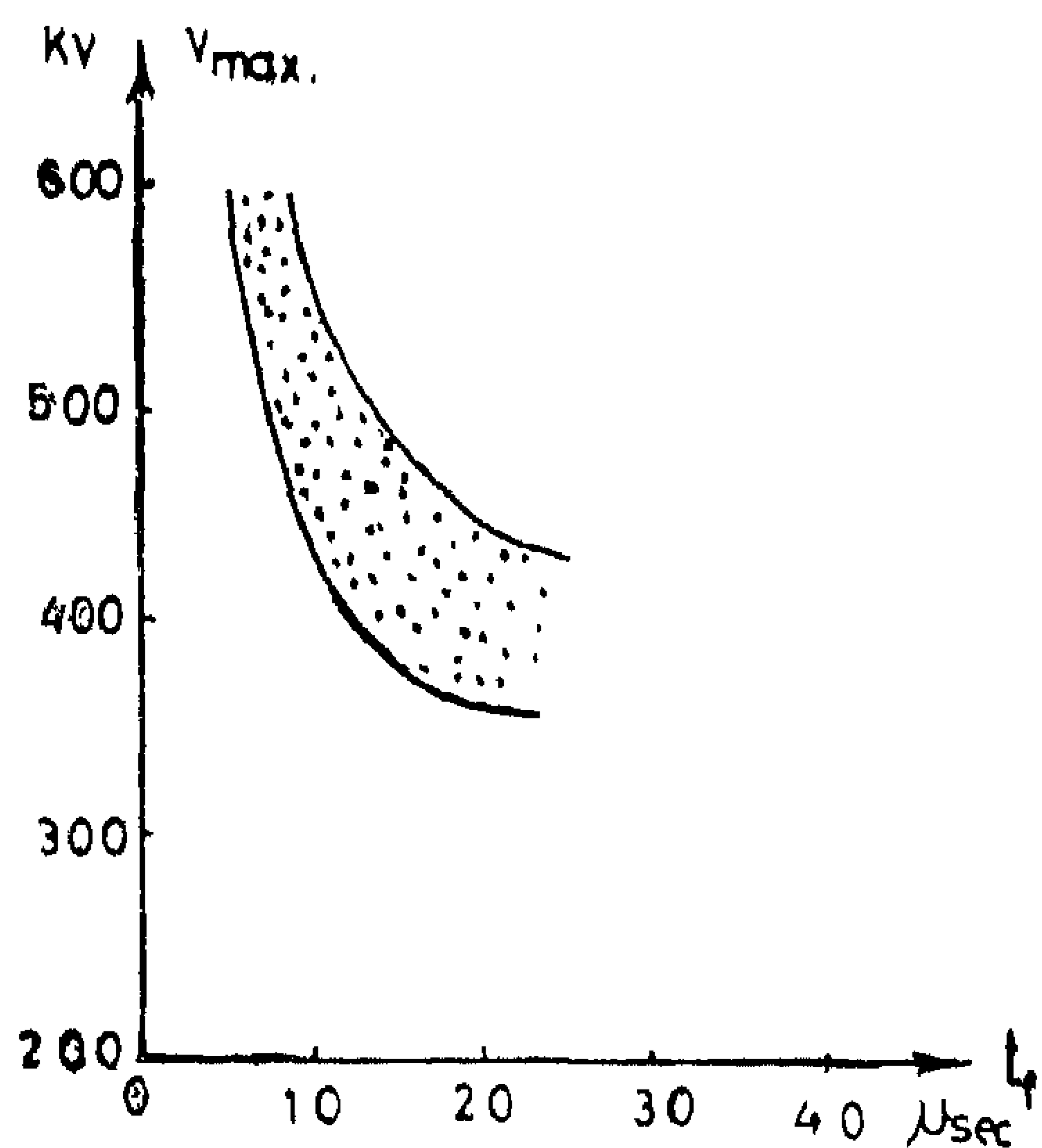


FIG 5 $V_{max} = f(t_f)$ CURVE

Analysis of fig (4)

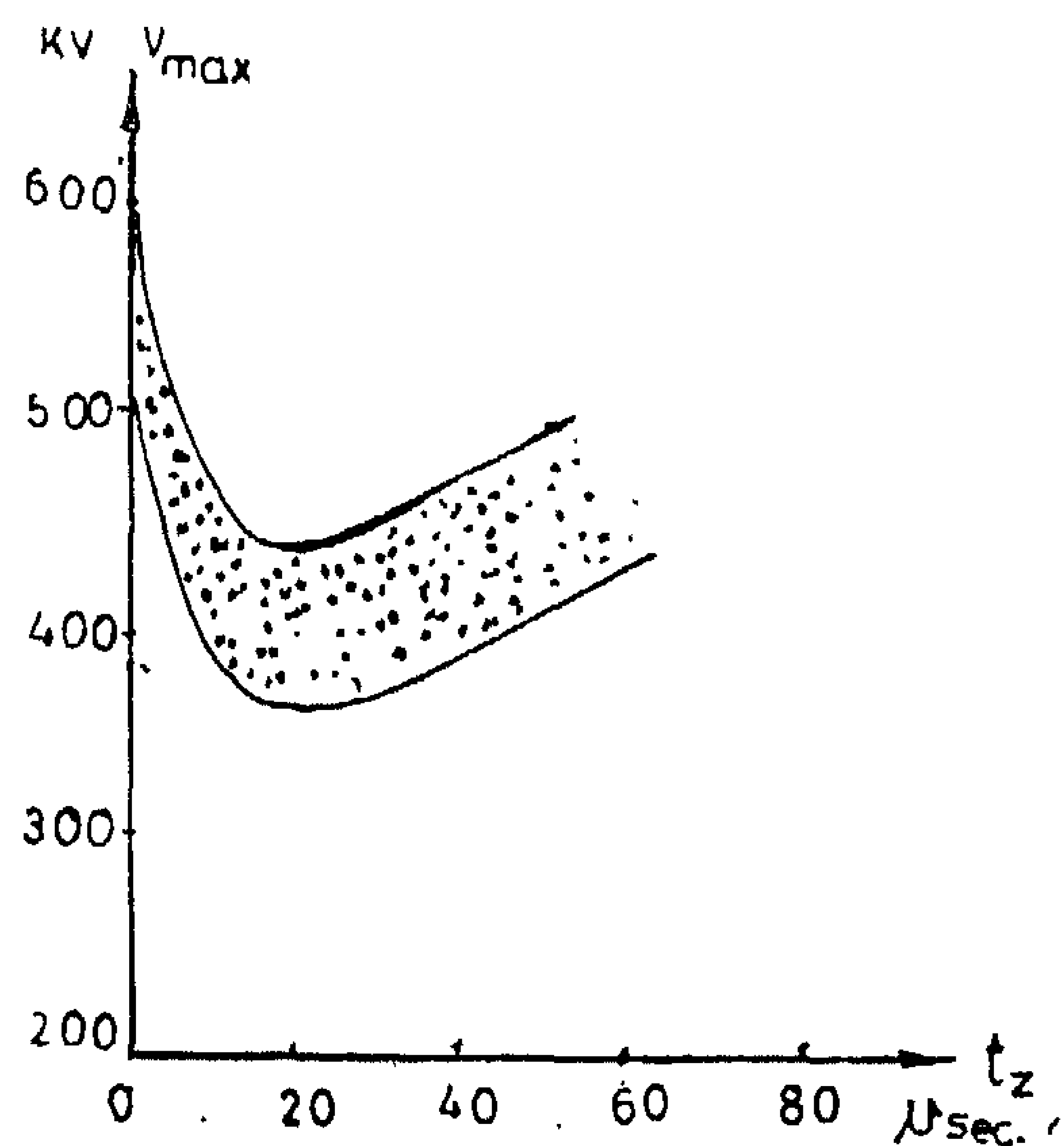


FIG.6 $V_{max} = f(t_z)$ CURVE.

Analysis of fig (4)

part of t_s and also cannot be a part of t_f because the ionization process stops and starts again many times and may or may not be transfered to the leader. This new period of time considerably affects the whole characteristics of the discharge process, as will be seen from the next series of experiments. This new period of time is refered to as t_z (after the author's name). t_z can be thus defined as the period of time-lag between the moment of starting the ionization in the gap until the moment of the leader formation. The time lag can thus be expressed as,

$$t_d = t_s + t_z + t_f \qquad (2)$$

The component values in this case are,
$t_s = 10$/Usec, $t_z = 2 — 17$/Usec, $t_f = 15 — 41$/Usec, $t_d = 27 — 57$/Usec.

It is wortht noting that the use of a sharper electrode, i.e. the electric field being more non-uniform, was the reason for the appearance of t_z. The average break-down voltag fis 490—560 kV and shows a decrease of about 10% from that of the previous case.

II — "Point — Plane" gap.

In these tests, impulse waves of 10—80/-2000/Usec were used. Oscillograms taken Fig. (3) show that as soon as the impulse voltage is applied across the gap ionization of intermittent nature starts immediately in spite of the sustained high voltage applied to the gap. This indicates that the time interval t_z has considerably increased accompanied by a remarkable decrease in t_s which can be neglected.

The time lag under such conditions would be,

$$t_d = t_z + t_f \qquad (3)$$

The break down voltage/time to break down characteristics, indicated as $V = f(t_d)$ for 10/2000/Usec Fig. (4) shows a minimum, voltage at a time lag t_d of 35/Usec. The 50% break down voltage is 400 kV and the minimum break down voltage is 360 kV. The shape of the curve is approximately an opened—V.

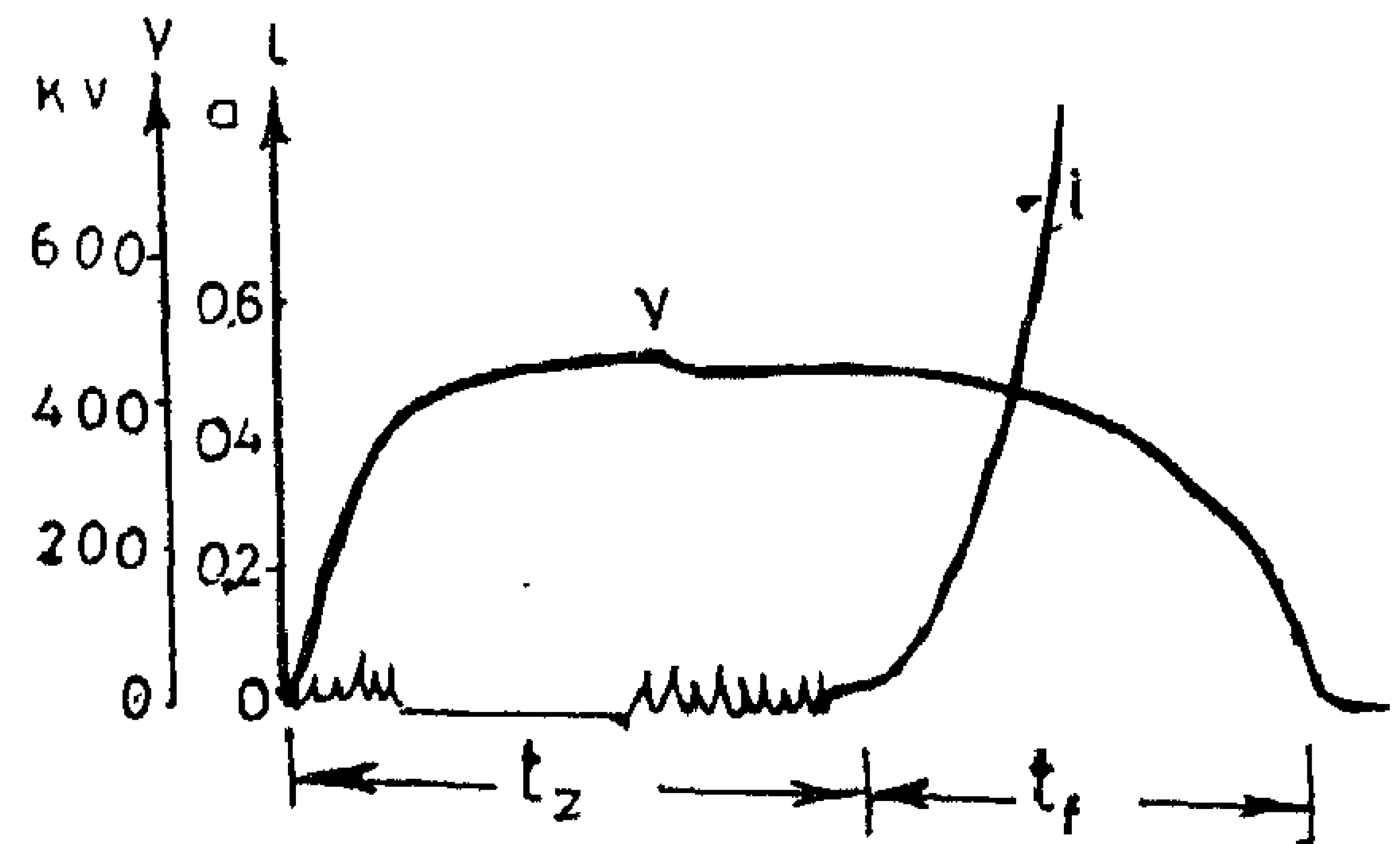


FIG.3 VOLTAGE & CURRENT CHARACTERISTIC.
gap length = 100 cm. "+ point - plane"
10/2000/Usec. wave form.

Analysis of the component values of the time lage of equation (3) shows that t_f uniformely increases when the break down voltage decreases Fig. (5). Thus the complicated character of t_z should be the only factor determining the V—shape of the $V = f(t_d)$ curve of Fig. (4). Fig. (6) shows the variation of $V = f(t_z)$ of the gap. Obviously the summation of the characteristics of Fig. (5) and Fig. (6) should give the characteristic of Fig. (4).

Similar results were obtained with similar waves with different wave fronts. The time lag t_z increases when a longer wave front is used. Under a 80/2000/Usec wave, the value of t_z is much greater than t_f and is equal to 30-125 Usec. The average and minimum values of break-down voltage are almost the same as in the previous case, with the minimum occuring with a time lag of 110/Usec. Fig (7).

When standard impulse waves were used in some experiments it was noticed that t_z was not idenifiable because of the short duration of wave front. The break-down voltage needed in such case was higher than when long duration waves were used. No minimum regions were observed in these curves and the average break-down voltage was almost constant at 500 kV.

ween 1 — 150 Kohms. Change of the wave length was acheived by changing the value of the tail resistance parallel to the object under test. The length of the air gap used was 100 cm and two different electrode shapes (sphere-plane and point-plane) were used. The negative voltage polarity was given to the plane electrode and the positive to the sharp electrode (sphere or point). The impulse current was registered through a coaxial shunt and the measurement of the high voltage was obtained through a shunt capacitor. The voltage and the current waves were recorded by means of a double-beam high voltage oscillograph.

EXPERIMENTAL RESULTS

Series of impulse tests on 100 cm gaps, sphere-plane and point-plane have given the following results :

1 — *"Sphere — Plane" gaps using 10/2000/Usec impulse waves.*

A) "Sphere — Plane" (diameter of sphere 10 cm) :

Analysis of oscillograms for the voltage and current waves Fig. (1) shows that the leader forms a comparatively long time after the impulse voltage application. The idle time lag t_o, which is defined later as the period of time from zero voltage until the moment of self-sustained ionization in the gap (equation 5) is about 2.5/Usec.

Taking the period of time up to the leader formation conssidered as a statistical time lag t_s and the time necessary for the leader formation usually called as the formative time as t_f during which the discharge is completed, the total time lag t_d in this gap neglecting t_o can be expressed as,

$$t_d = t_s + t_f \qquad (1)$$

These experiments have produced the following component values :

t_d = 35 — 107/Usec, t_s = 10 — 75 / Usec, t_f = 19.5 — 40/Usec and the average breakdown voltage = 550 — 600 KV.

B) "Sphere — Plane" (diameter of sphere 5 cm) :

In this case, oscillograms of voltages and current waves Fig. (2) indicate that t_o = 1/Usec and that t_s is much shorter than in the previous case. It appears that the leader cannot be formed directly after t_s and that there is some ionization occompanied by flashes and pauses near the sphere surface. This introduces a new period of time lag between t_s and t_f which cannot be considered a

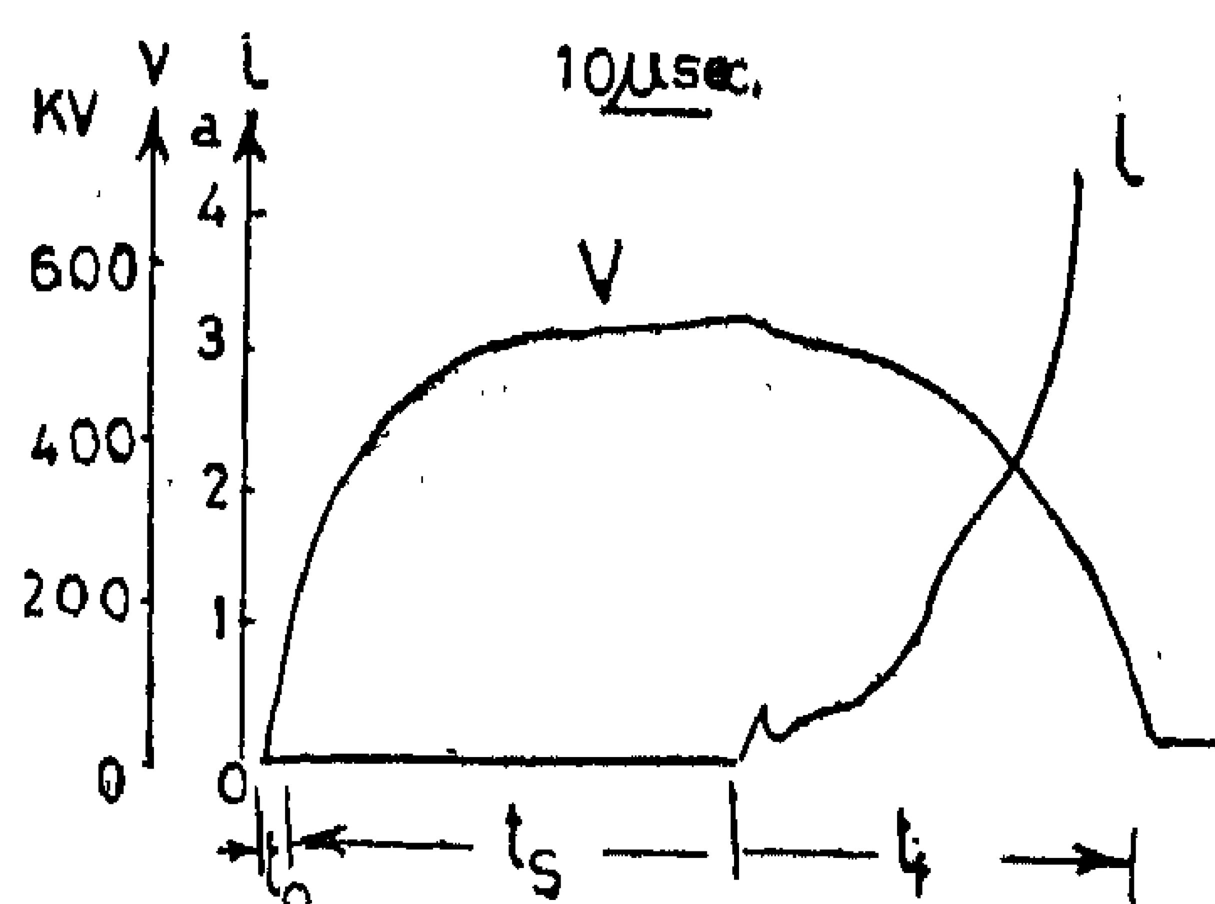


FIG.1 VOLTAGE & CURRENT CHARACTERISTIC.
gap length=100 Cm. "+sphere – plane" D=10 Cm.
10/2000/Usec. wave form.

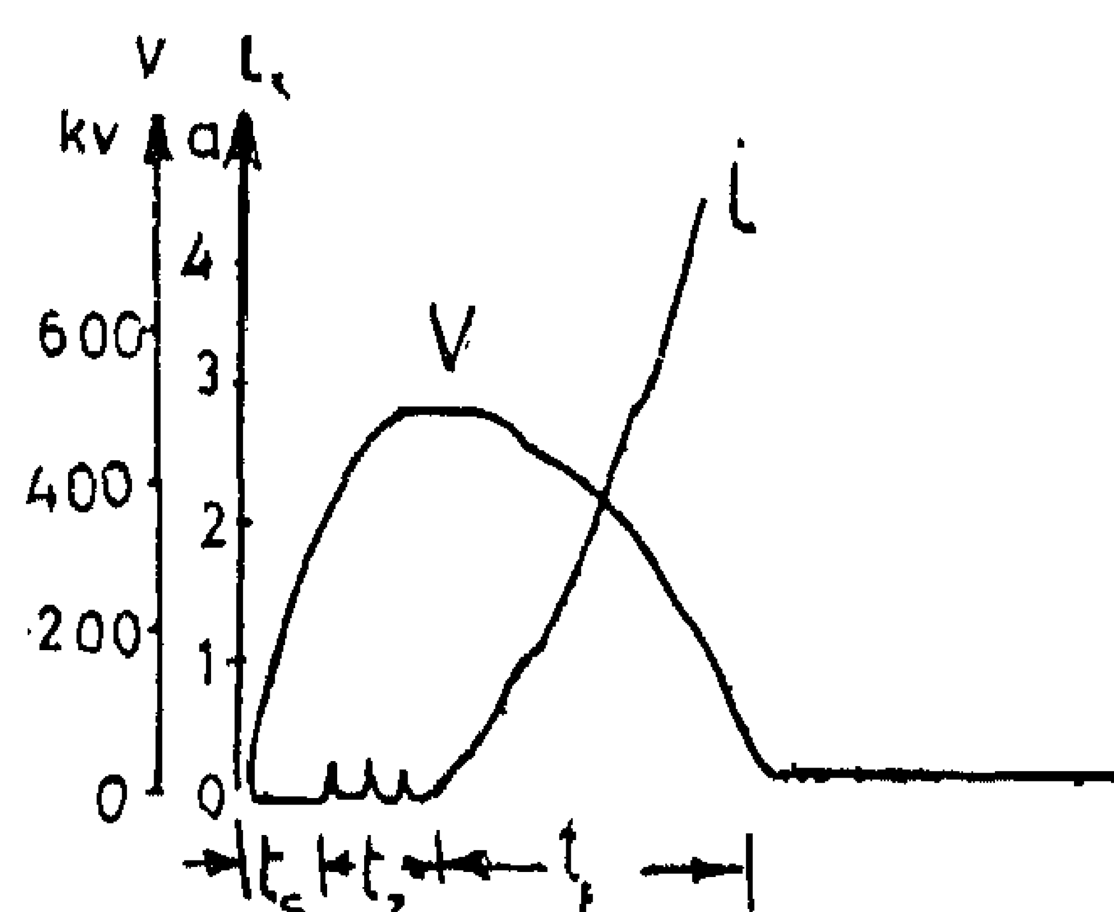


FIG.2 VOLTAGE & CURRENT CHARACTERISTIC.
gap length=100 cm "+sphere – plane" D=5cm.
10/2000/Usec wave form

COORDINATION OF HIGH VOLTAGE INSULATION USING LONG DURATION IMPULSE WAVES

By

Dr. Eng. ASSAAD ZEITOUN
Cairo University. Faculty of Engineeing

ABSTRACT

Impulse test voltages of different wave forms would affect the duration of the time lag before break-down occurs. It is the object of this paper to show how long duration impulse tests would differ in effect from those of standard wave forms. A new component of time lag affecting the process of insulation break-down is now introduced. Experimental and theoretical investigations supporting the new theory developed are presented.

INTRODUCTION

Nowadays the coordination of high voltage insulation is determined by using test voltages representing internal voltage waves. This is necessary because of the severe transient overvoltages which appear in extra high voltages networks, up to 750 kV, now in use for electrical power trasmission over long distances.

The power frequency test voltages have been commonly used to represent the internal over voltage waves. In reference (1) it is shown that it is not convenient to represent the internal overoltages by test voltages at power frequency. It is also shown that the average break-down voltages gradient of a long air, gap point-plane using impulse waves of a 10 Usec. wave front equals 4.25 kV/cm. This result shows that the average gradient is much lower than that obtained by using the test voltages at power frequency. No. explanation for this low voltage gradient was given in (1). In (2,3) similar low voltage gradient was obtained. In (2) no viable explanation was given and the author of (3) thinks that the low voltage gradient is due to the spreading of streamers in the gap before the process of break-down.

Unfortunately research work in this field has so far been limited and most of the work puplished has used the standard impulse wave type or other forms of short waves to represent the external overvoltage waves (atmospheric overvoltage).

In this research impulse waves of long duration, which to some extent represent the internal overvoltage, have been used. The results obtained are quite different from those previously obtained using short wave types.

It is hoped that the results now presented in this paper would give more information on the break-down discharge process under conditions of impulse voltages of long duration.

EXPERIMENTAL CIRCUIT

The source of impulse voltage is a 1.8 Mv impulse generator with a discharge capacitance of 0.028/Uf. The impulse voltages used are of the type 10-80/2000/Usec. and in some experiments 1/50/Usec. Appropriate wave forms were used for making comparison between the break-down characteristics under internal and external overvoltages. The wave front was changed by using different ranges of the front series resistance varying bet-

REFERENCES

1. A.H. Cottrell and B.A. Bilby, Proc. Phys. Soc. London 62 A, 49, 1949.
2. A.H. Cottrell N.P.L. Conference on the relation between structure and mechanical properties. January 1963.
3. D.V. Wilson and B. Russell, Acta Met. 8, 36, 1960.
4. Z.C. Szkopiak and W. Eliasz. J. Less Common Metals, 11, 273, 1966.
5. C.L. Formby and W.S. Owen. J. Less Common Metals, 9, 25, 1965.
6. J.W. Edington, T.C. Lindley and R.E. Smallman Acta Met. 12, 1025, 1964.
7. Z. C. Szkopiak and A. P. Miodownik, J. Nucl. Mater., 17, 20, 1965.
8. Z.C. Szkopiak Acta Met., 16, 381, 1968.
9. A.M. Omar and A.R. Entwistle, J. Material Sc. and Eng. in press.
10. A.M. Omar. J. Egyptian Soc. Engrs. 8, 41, 1969.
11. A.M. Omar Ph.D. Thesis, Sheffield, 1964.
12. R. Armstrong, I. Codd, R.M. Donthwaite and N.J. Petch, Phil. Mag, 7, 45, 1962.
13. D. Hull, I. D. Mcivor and W. S. Owen, N.P.L. Conference Loc. cit.
14. C.L. Formby and W.S. Owen, Acta Met., 14, 1841, 1966.
15. E.T. Wessel, L.L. France and R.T. Begley, Columbium Metallurgy, 1960.
16. A. L. Mincher and W. F. Sheely, Trans AIME, 211, 19, 1961.
17. B.F. Dyson, R.B. Jones and W.J. Meg. Tegart, J.I.M. 87, 340, 1959.
18. J. H. Bechtold, E. T. Wessel and L. L. France, Symposium on Refractory metals and alloys, Interscience 1961.
19. A. V. Seybolt Trans AIME, 200, 745, 1952.
20. R.P. Ellict Trans A.S.M., 52, 990, 1960.
21. D.F. Stien and J.R. Low J. Appl. Phys., 30, 514, 1959.
22. A.M. Omar J. Egyptian Soc. Engrs., 7, 87, 1968.
23. H. Conrad, S. Feurstein and L. Rice, Mater. Sci. Eng., 2, 157, 1967.
24. R.W. Powers and M.V. Doyle, J. Appl. Phys., 30, 514, 1959.
25. J. W. Edington, T.C. Lindley and R. E. Smallman Acta Met., 12, 1025, 1964.



ned and new ones were created. Naturally such a treatment will result in a higher dislocation density than a single straining and ageing treatment. It also explains the effect of prestrain on the increase in flow stress observed in this work and in others[3,8].

The mechanism we have just given also fits the slight increase in the slope of the Petch plot we have obtained in the present work (Fig. 2). According to Conrads equation[23] the dislocation density will increase on straining more for fine grains than for coarse grains. The increase in dislocation density is proportional to the reciprocal of grain diameter. Since $\triangle \sigma_f$ is related to the dislocation density then it should also be proportional to the reciprocal of the grain diameter and even more proportional to the inverse square root of the grain diameter when scatter due to experimental error is reduced more. The increase in the slope of σy against the inverse square root of the grain diametter in Fig. 2 fits very well with the model we have proposed. In this case Ky after ageing is related to work hardening or to the increased density of dislocations.

There is enough evidence in literature to support the idea that dislocations could be pinned and fresh ones created after restraining. The work of Edington et al[2] on strain ageing vanadium gives a strong experimental evidence to the creation of dislocations and the increase in flow stress due to pinned dislocations and not to precipitation as suggested in steels. They found out $\triangle \sigma_f$ increased steadily with ageing time, but at no stage of ageing was it possible for them to observe with the electron microscope any precipitates on dislocations. Electron microscopy revealed to them that restraining after approximately 10 hours causes the operation of new sources at, or near to grain boundaries and gives rise to new dislocations in narrow bands of high dislocation density similar to those found just behind the Lüders band in the annealed state. Edington et al also attributed the increase in flow stress to the friction stress exerted by the pinned dislocations on the newly created dislocations.

CONCLUSION

The results in the present work suggest the following :

1 — More than three atoms per dislocation line are necessary to lock it.

2 — Oxygen due to its high diffusion rate reaches the dislocations first and lock them strongly.

3 — The yield point return after strain ageing is through creation of dislocations and their rapid multiplication and not through unpinning.

4 — The increase in flow stress after strain ageing is due to the increased density of dislocations through pinning and creation.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to thank Professor A.G. Quarrell for the provision of research facilities and Professor B.B. Argent for helpful discussion.

did not strain age after 5% strain though it contained 59 ppm interstitials then either Bilby underestimated the amount of interstitials necessary for locking a dislocation line and more than that is required or nitrogen and carbon did not contribute to strain ageing even after 48 hours of ageing and temperatures up to 280°C. From the work of Powers and Doyle(24) on the diffusion of oxygen, nitrogen and carbon in niobium it is unlikely that nitrogen or carbon after 48 hours at 280°C did not diffuse to the dislocations and lock them. Moreover studies on the effect of temperature on the strength of niobium(15-18) have revealed strain ageing peaks corresponding to nitrogen and carbon as well as oxygen. It is therefore very probable in view of these experimental evidence that more than one interstitial per dislocation line is required. If after 5% strain 59 ppm were not sufficient to lock 3.26×10^9 lines/cm² then more than

$$\frac{59 \times 1.6 \times 10^8}{3.26 \times 10^9}$$

or more than 3 interstitial atoms per dislocation line should be present for locking all the dislocations. This calculation does not give the exact amount necessary but only sets a minimum below which naturally no strain ageing will occur.

Rapid strain ageing after 5% strain and at 135°C will naturally be due in the present work to oxygen for according to the data of Power's oxygen at 135°C has a diffusion rate 4 times that of nitrogen and six times that of carbon and naturally on strain ageing the fastest interstitial will reach first the dislocation site and remain there. The misfit parameter of the three interstitial is very close to make exchange between them of any value in reducing the internal energy of the system. Therefore nitrogen will only lock those sites left by the oxygen atoms if it was not present in sufficient amount to lock all the dislocations. Carbon will only lock those dislocations left over after all the oxygen and nitrogen atoms have been consumed in locking the available dislocations. In the niobium used in the present work there was 120 ppm oxygen which is enough to saturate all the dislocations after 5% strain, according to our previous calculation, before any nitrogen or carbon have a chance to do so. Since $\triangle \sigma_f$ is associated with strain ageing and strain ageing is due to dislocation locking then $\triangle \sigma_f$ is associated with the segregation of oxygen on dislocations. Some authors(3) suggested that in steel the increase in $\triangle \sigma_f$ observed on strain ageing is due to segregation of carbon atoms on dislocations and their precipitation on them is due to the local increase of carbon content above the solubility limit of carbon in iron at the temperature of ageing. While this may be true for steels, it is very unlikely that oxygen does so in niobium. At 135°C oxygen has a solubility(19-20) much higher than the 120 ppm present in it. Further in steels when precipitation was thought to occur a decrease in the U.E. and an increase in U.T.S. and the coefficient of work hardening simultaneously occurred. In the present work no changes as such were observed (Fig. 5) which is a further evidence that no precipitation occurred.

The increase in $\triangle \sigma_f$ with strain and time can be explained better in terms of strong(2) locking and the creation of fresh dislocation on restraining. When niobium is strained and aged oxygen rapidly diffuses to the dislocations and strongly lock them and on restraining fresh dislocation are created. These newly created dislocation will move at a higher stress because of the increased density of dislocations and the increased friction stress exerted by the pinned dislocations. In other words the increase in flow stress is because of the increased density of dislocations after pinning and creation, i.e. an increase that would have not occurred if the material was not strain aged and the dislocations locked. A look at Fig. 4 suggests that this is so and the increased level of stress after strain ageing could have also been achieved through strain hardening to an amount equivalent to $\triangle \sigma_f$. The mechanism just given agrees well with the results obtatined in the repeated ageing experiments. When straining and ageing several times each time dislocations were pin-

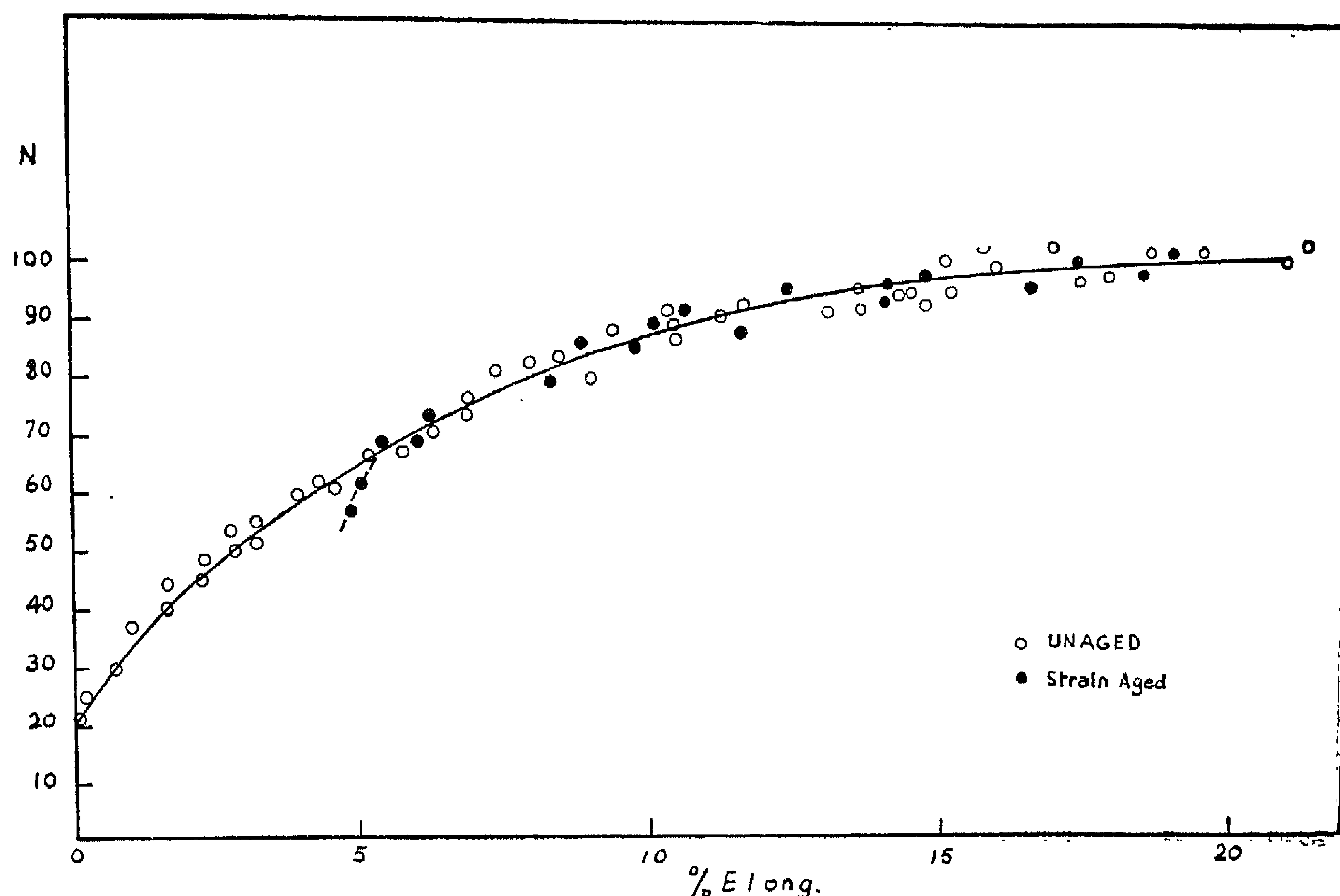


Fig. 6. — Effect of ageing on dislocation velocity exponent n.

on straining in the annealed condition but did not show a yield point return on strain ageing after 5% elongation. The yield point was not restored in these specimens even after ageing for 48 hours at 280°C when any interstitial present should have had a chance to diffuse. These results suggested that there was enough interstitials to lock all the dislocations in the annealed condition but there was not enough interstitials to lock the increased number of dislocation after straining. The density of dislocations in the annealed state and in the strained state can be readily calculated and therefore this material offers experimental results from which one can calculate the minimum number of interstitials necessary for locking a dislocation line.

The density of dislocations in niobium of grain size d and after a plastic strain ε is given by[23].

$$\rho = \rho_0 + \frac{B}{d} \varepsilon$$

$\rho_0 = 4 \times 10^8$ lines/cm^2 and is the density of dislocations in the annealed state and B is an experimental factor $= 4.7 \times 10^8$ cm^{-1}.

In the annealed state the density of dislocations in niobium, having a grain size .0082 cm, will be 1×10^8 lines/cm^2 and after 5 % will increase to 3.26×10^9 lines/cm^2. Also in one cm^2 of the 110 planes in niobium (lattice parameter 3.3007 A°) one ppm interstitial offers, neglecting the small variation in atomic weight between the three interstitial, 1.6×10^8 atoms/cm^2. Therefore according to Bilby's assumption only 2.5 ppm are necessary for locking all the dislocations in the annealed state and 20 ppm are required to lock the dislocations after 5% strain. Since this material

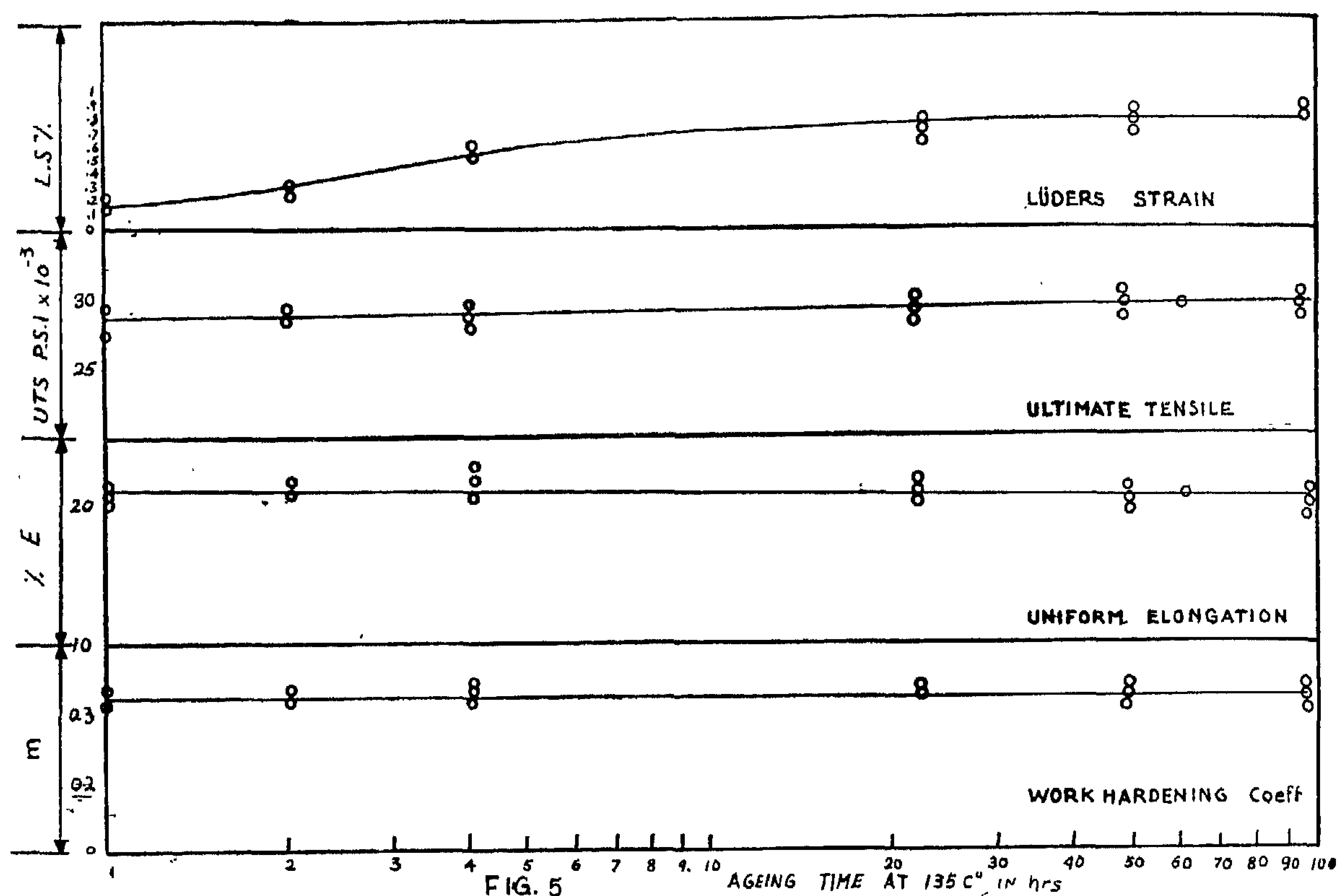


Fig. 5. — Effect of ageing time at 135 C° on Lüders strain, U.T.S., U.E. and m.

responsible for strain ageing has a high solubility in niobium at room temperature, and unless the work(8,19-20) on its solubility in niobium is in serious error, precipitation is very unlikely to occur with the level of impurities of the niobium used in this work, and hence no change in these parameters.

6 — Effect of strain ageing on the dislocation velocity exponent :

A relationship between the dislocation velocity exponent in the Stein and Low equation(21)

$$V = \left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^n$$

and the flow stress at any strain, and the coefficient of work hardening was previously established.(22) Fig. 6 shows results obtained from cycling tests carried out on strain aged specimens and on unaged specimens. No change occurred in n except during the Lüders propagation. This is normal, for during the Lüders propagation deformation is confined to narrow bands and the exact strain rate from which n is calculated cannot be determined unless the width of band is known. The fact that n was the same for the indicated stress after strain ageing is an evidence that no variation in the coefficient of work hardening occurred(22) and also that no precipitation has occurred on dislocations.

Discussion :

Before we discuss the present results we shall attempt to calculate the number of interstitial atoms necessary to diffuse to a dislocation line for strong locking. Cottrell and Bilby(1) assumed that one atom was sufficient to lock a dislocation line. It seems that they have underestimated the amount of interstitials causing locking. Previously(9,10) we have found that a very pure zone refined niobium which contained 7 ppm oxygen, 17 ppm nitrogen and 35 ppm carbon showed a yield point

ature and decreased with increase of temperature from room temperature, but $\triangle\ \sigma_f$ changed slightly with temperature. No difference was observed in $\triangle\ \sigma_f$ when testing at 135°C. A slight increase of 500 p.s.i. was observed in $\triangle\ \sigma_f$ at —78°C. Testing in liquid nitrogen resulted in immediate fracture of the specimens and therefore no results were obtained concerning $\triangle\ \sigma_f$.

4 — Effect of Ageing on the coefficient of work hardening :

Various authors reported variation in the work hardening coefficient of steel[3] on strain ageing and attributed this increase to carbon precipitation on dislocations. In the present work no variation was observed in it after ageing. As seen in fig. 4 a plot of log stress against log natural strain up to 5% strain before ageing, or for another specimen with a coarser grain size, has the same slope as that after ageing. Strain ageing of niobium did not alter the coefficient of work hardening but only increased the level of flow stress.

5 — Effect of ageing on the U.T.S. and U.E.:

Wilson et al[3] reported a steady increase in U.T.S. and a decrease in U.E. after strain ageing steel for 1000 minutes. They also explained this in terms of precipitation on dislocations. The present results show that both parameters did not change on strain ageing. This was also observed by Szcopiak for most of his results[3]. This is not unexpected for in niobium oxygen which has been found[10,15-18]

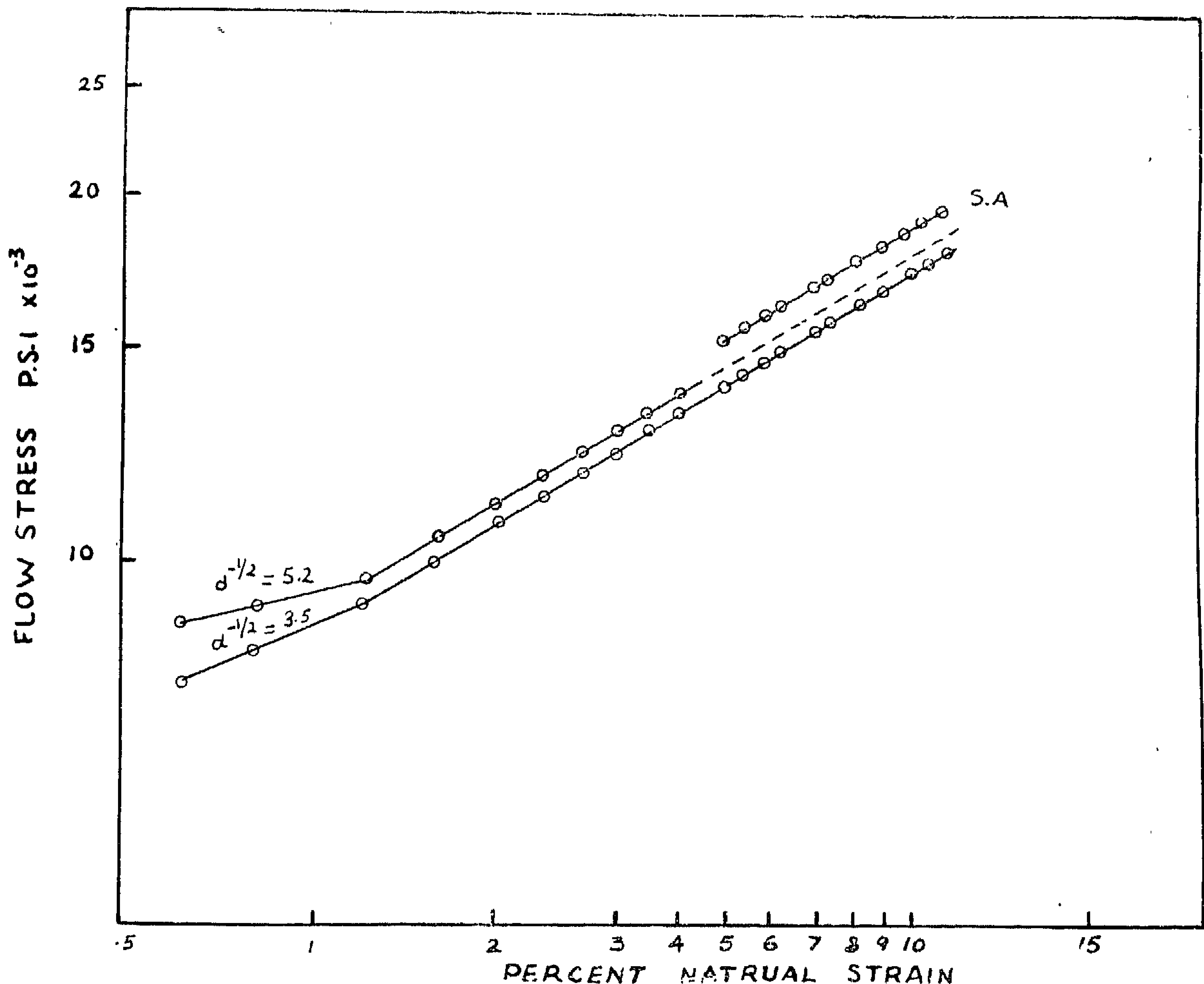


Fig. 4. — Effect of Ageing on the coefficient of work hardening for aged and non aged specimens

have an effect on the locking strength or Ky. Assuming that one can compare the extrapolated Ky with those obtained from a Petch plot, the niobium used in this work should have a Ky less than that reported by Szcopiak, actually it has a value higher than the niobium with the highest oxygen content used in his work.

2 — Effect of prestrain on $\Delta \sigma_f$:

The effect of prestrain prior to ageing on $\Delta \sigma_f$ is shown in fig. 3. In the series denoted A, the specimen was strained 0.8 % at 135 C° in elongation, unloaded and aged for 24 hours and retested. The cycle was repeated after 24 hours ageing and the increments of strain shown. The series denoted B in the same figure show a series of tests on a specimen in which the ageing period was 48 hours between each increment of straining. It appears from figure 3 that $\Delta \sigma_f$ beside depending on time and prestrain also depends on whether the straining and ageing treatments were continuous or divided into two increments. From Fig. 3 in series A after a period of 48 hours (24 + 24) and for a strain 1.4 (0.8 + 1.6) the increase in flow stress equals 1490 p.s.i. (590 + 900) while for series B the strain was 2.7 % (i.e. higher) and after 48 hours the increase in flow stress was only 1095 p.s.i. If we take the sum of strains and ageing times and the resulting $\Delta \sigma_f$ we find, for series A after a strain of 4.9% and 96 hrs. ageing $\Delta \sigma_f$ = 4070 p.s.i. and for series B after 5.1 % strain and 96 hrs. $\Delta \sigma_f$ = 2795 p.s.i. When we compare these results with those obtained on the same niobium in a previous work[9-10] after straining and ageing for 96 hrs. at 5.1% elongation in one single treatment we find that both results are higher by more than 3000 or 1500 p.s.i. ($\Delta \sigma_f$ was 900 p.s.i.)[9-10]. The series of experiments thus described shows clearly that $\Delta \sigma_f$ beside depending on previous strain also increases if the increment of strain prior to ageing was divided. We shall attempt to explain this phenomenon in our discussion.

3 — Effect of temperature on $\Delta \sigma_f$:

A few specimens after ageing at 135°C were tested at the same temperature of ageing while others were tested at —78°C and liquid nitrogen temperature. The yield stress as expected increased with decrease in temper-

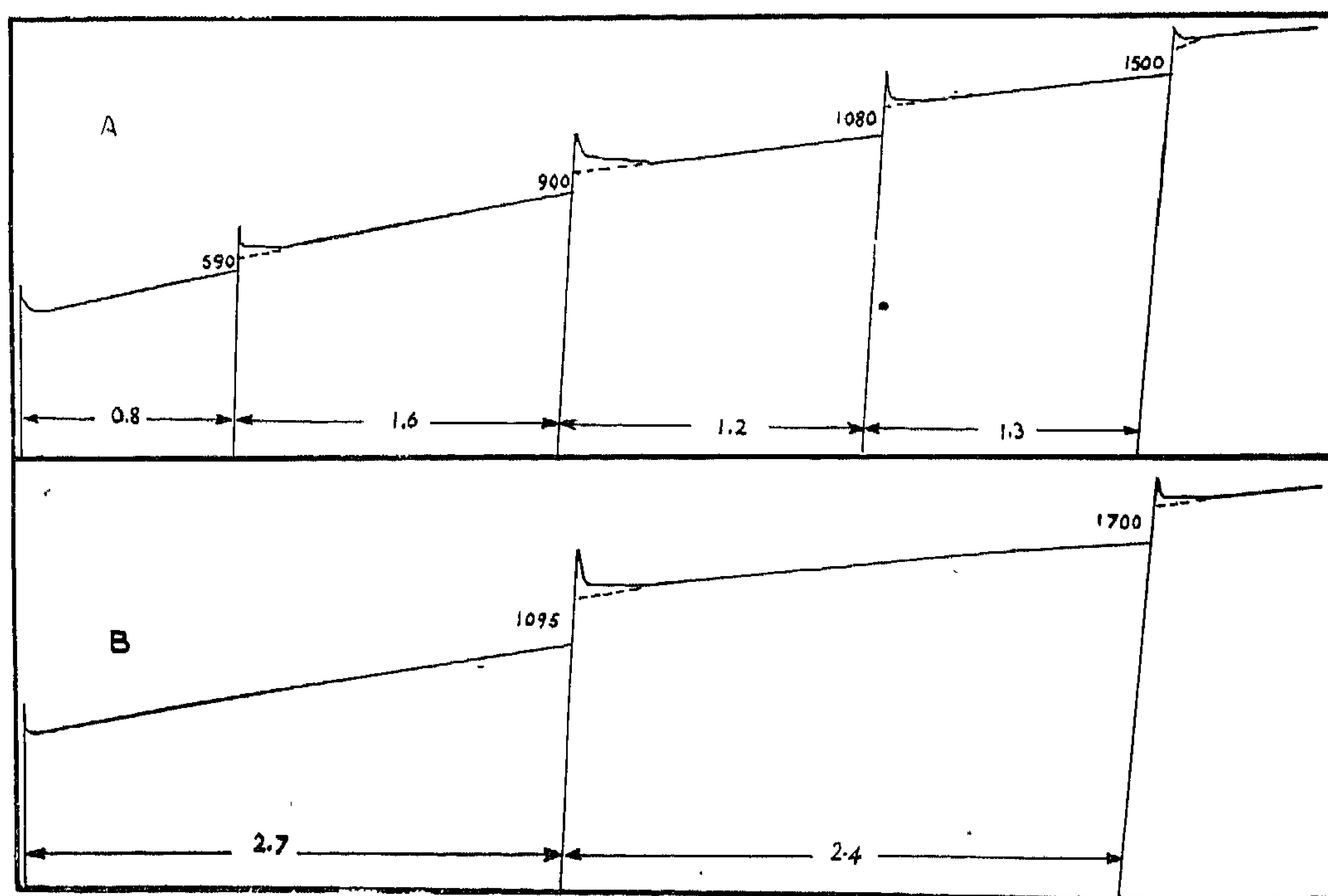


Fig. 3. — The effect of prestraining on $\Delta \sigma_f$

Table 2 — Effect of Ageing on Ky

Condition of testing	Petch Plot Ky kg. mm.$^{-3/2}$	Petch Plot σ^1 kg. mm.$^{-2}$	Extrapolation kg. mm.$^{-3/2}$ Ky	Extrapolation kg. mm.$^{-2}$ σ^0
As annealed	1.02 ± 0.08	4.24 ± 0.33	0.095	4.6
After 5% strain	0.88 ± 0.08	10.9 ± 0.3	—	—
» » » ageing for 24 hrs.	0.9 ± 0.08	13.3 ± 0.3	0.178	12.1
» » » » » 48 hrs.	0.89 ± 0.08	12.5 ± 0.3	0.176	11.7

mm$^{-3/2}$ in the annealed state and decreased to 0.129 kg. mm$^{-3/2}$ after ageing. For his niobium which contained 200 ppm oxygen the extrapolated Ky was 0.58 kg. mm$^{-3/2}$ in the annealed condition and decreased to .077 kg. mm$^{-3/2}$ after straining and ageing. Although the present results show the same decrease in Ky after ageing it does not seem from a comparison between his results and the present work that an increase in oxygen content could

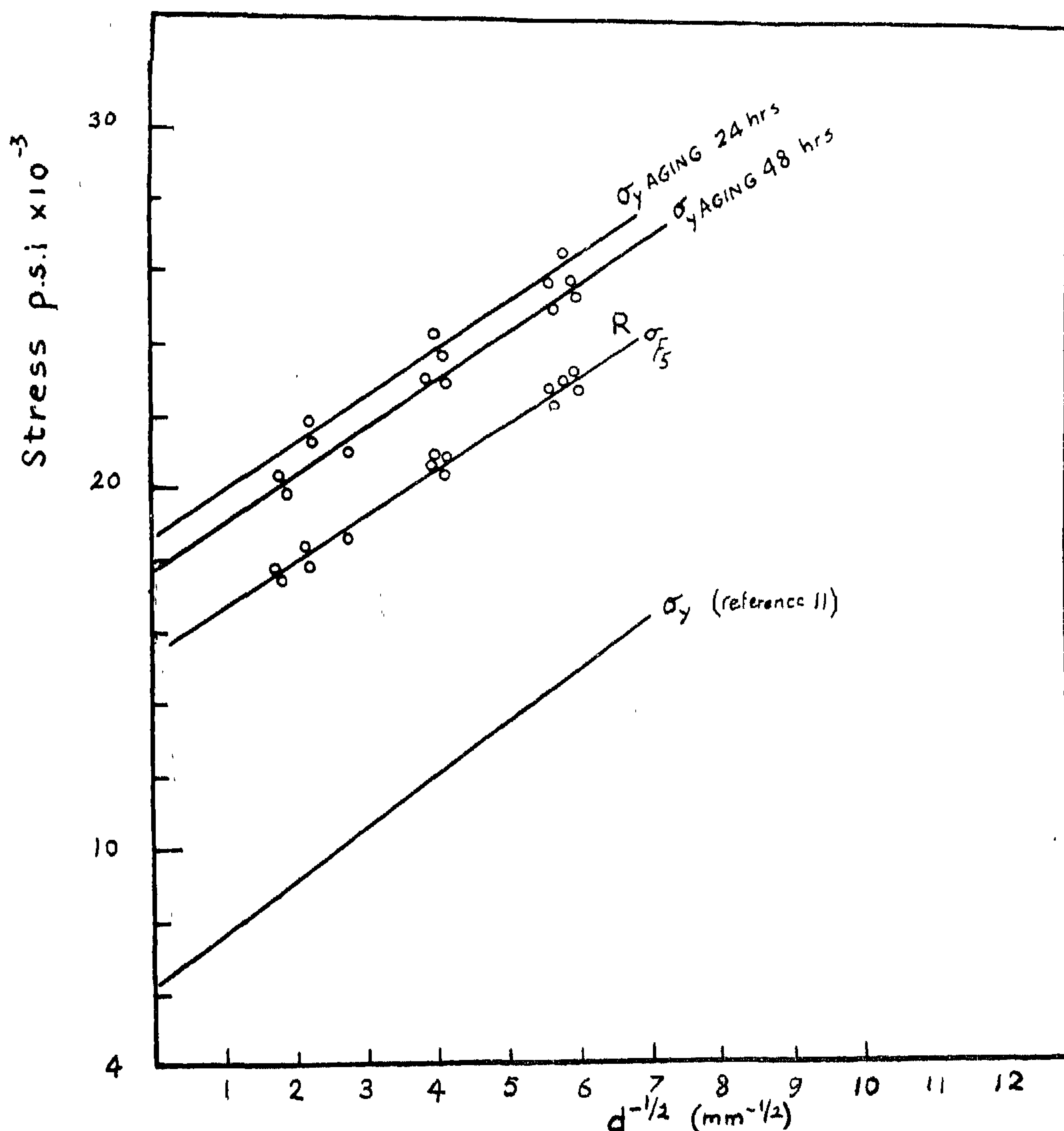


Fig. 2. — Effect of ageing on Ky.

The same precautions(9-10) to protect niobium from contamination with oxygen during the annealing treatments were also adopted here. Tensile tests were carried out on specimens 4" x .05" diameter wire and on a hard tensile machine based on the design of Adams(10), using a constant cross head speed corresponding to a strain rate 3.2 x 10^{-4} sec^{-1}. The specimens were gripped in pin chucks, to leave a free gauge length of 3". Stress cycling tests were carried out on the same machine which was fitted with two motors and a double gear bix with a magnetic clutch that allowed changing to different cross head speeds in less than 1/100 sec. Load was determined from a chart recording to ± 0.5% and the elongation from the same recording to ± 3 × 10^{-5} inches. Prior to the strain ageing treatments specimens were strained 5% in elongation at room temperature, unloaded save for a small load to retain alignment, and then aged while in the machine in a silicone oil bath at 135°C for 24 hours or 48 hours. After ageing the specimens were tested at room temperature till fracture. Few specimens were tested after ageing at 135C° and liquid nitrogen temperature.

Experimental results

1. Effect of ageing time on Ky and the friction stress :

The prestraining and ageing and retesting sequence is shown in Figure (1).

The lower yield stress is plotted against the inverse square root of grain size ($D^{-1/2}$) in mms in figure 2, for the specimens in the annealed condition and after ageing for 24 and 48 hours. The flow stress after 5% strain is also included in the plot. The plot of the lower yield stress in the annealed condition is from results in this work and from a previous study on the effect of grain size on deformation of niobium(9-10). Among the large number of specimens tested before 14 of them that had the least scatter were chosen for the ageing study after 5% strain.

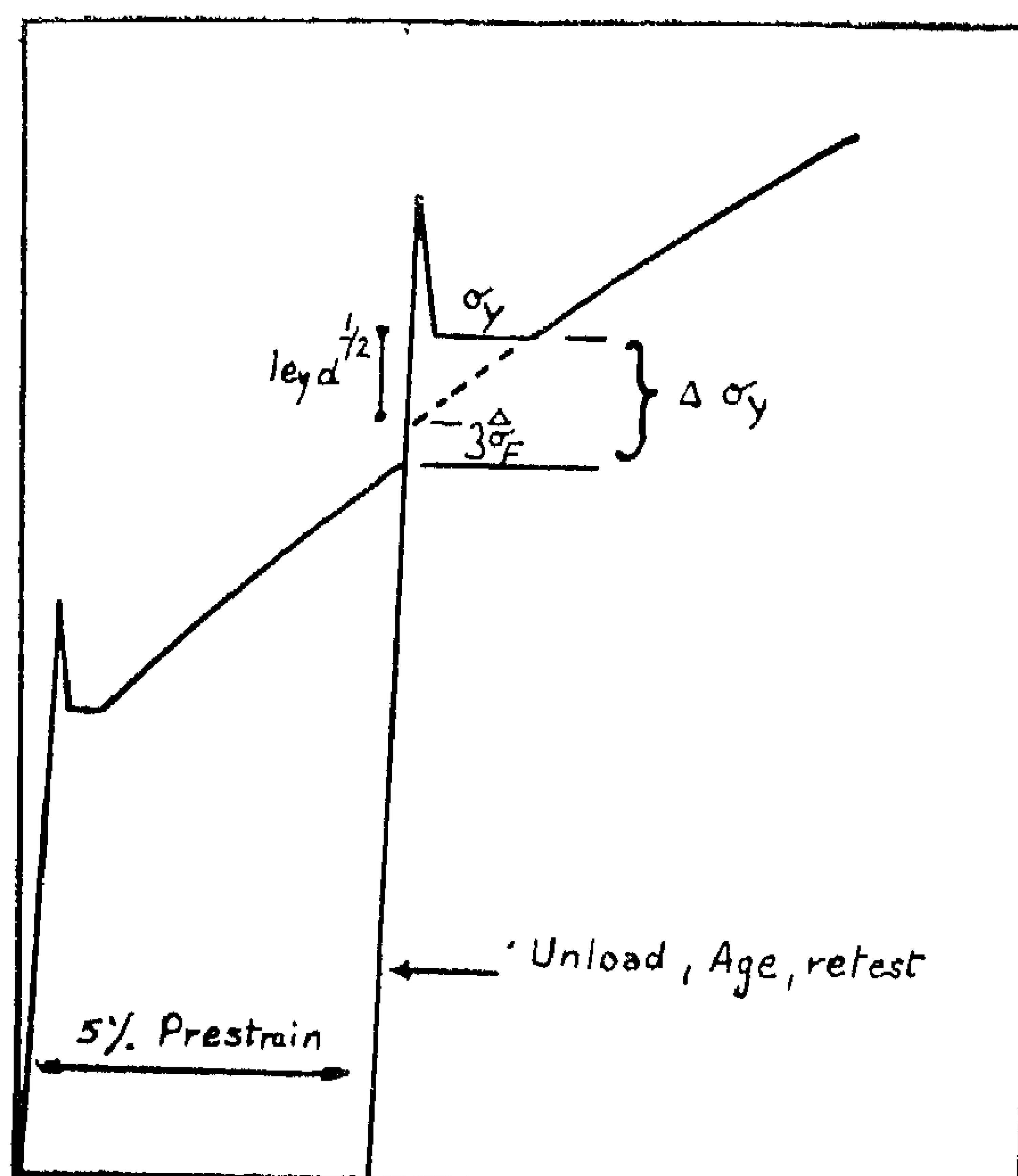


Fig. 1. — Prestraining and ageing sequence.

The results show that after ageing for 24 hours Ky had slightly increased from that of K_f(12) but is still lower than Ky for the annealed state (Ky = 1.02 kgs. $mm^{-3/2}$)(9-10). After 48 hours ageing Ky had a value similar to that after 24 hours ageing. The notable change in the Petch parametters was in the friction stress.

It increased after strain ageing for 24 hours by 3400 p.s.i. from that of σ_{f_0} after 5% and by 2300 p.s.i. after ageing for 48 hours. The decrease in the friction stress after 48 hours is in agreement with our previous study on the effect of ageing time on σ_i(9-10). Table 2 compiles values of Ky and σ_f obtained from the Petch plot. In figure 2. values for the same parameters obtained by the extrapolation technique(12) are also included for comparison and discussion of their validity.

Szcopiak(3) reported an increase in the extrapolated values of Ky with ageing time and with oxygen content of niobium. For niobium containing 700 ppm oxygen Ky 0.905 kg.

STRAIN AGEING OF ZONE REFINED NIOBIUM

By

Dr. A.M. OMAR
Associate Professor,
Department of Chemical Engineering,
Cairo University.

SUMMARY

The effect of strain ageing on grain size dependence of zone refined niobium was studied. The locking parameter Ky decreased by strain ageing but was unaffected by ageing time. The amount of interstitial atoms necessary to lock dislocations was calculated from results. Results indicate that yield point return on restraining is through creation of fresh dislocations rather than unlocking the aged ones.

Introduction

A specimen which is unloaded in an overstrained condition contains free dislocations and on immediate reloading, shows no yield point, but if it is retested after resting for sufficient time and not too low a temperature, the yield point returns. This is called strain ageing and is caused by the migration of solute atoms to dislocations and locking them.

When a stress is applied to a dislocation line surrounded by an atmosphere of solute atoms, the dislocations tend to move leaving the atmosphere behind. The attractive force between the dislocations and the solute atoms tend to pull back the dislocations to the atmosphere. Depending on the magnitude of the local value of the stress and the attractive force of the interstitial a dislocation may be torn away from the atmosphere and become mobile or remains stationary[1]. If the dislocations are strongly held by the atmosphere, yielding can occur by the creation of fresh dislocations[2].

Numerous authors[3-8] have studied the strain ageing of iron, tantalum, vanadium and niobium. Most of them attribute the strain ageing phenomenom to the locking and unlocking of dislocations. This study is also concerned with strain ageing effects in zone refined niobium in an attempt to find out if the sharp yield point return is caused by the unlocking of dislocations from solute atmosphere or by the creation of fresh dislocations.

Experimental Procedure

The material used in this work was zone refined niobium described elsewhere[9-10]. Analysis relating to the amount of interstitials are given in table 1.

Table 1 Gas Analysis given in p.p.m.

Grain Size $d^{-1/2}$ mms	Oxygen	Nitrogen	Carbon	Hydrogen
6.2	120	13	25	6
4.3	121	14	26	6
2.1	122	13	26	7
1.98	120	14	25	6

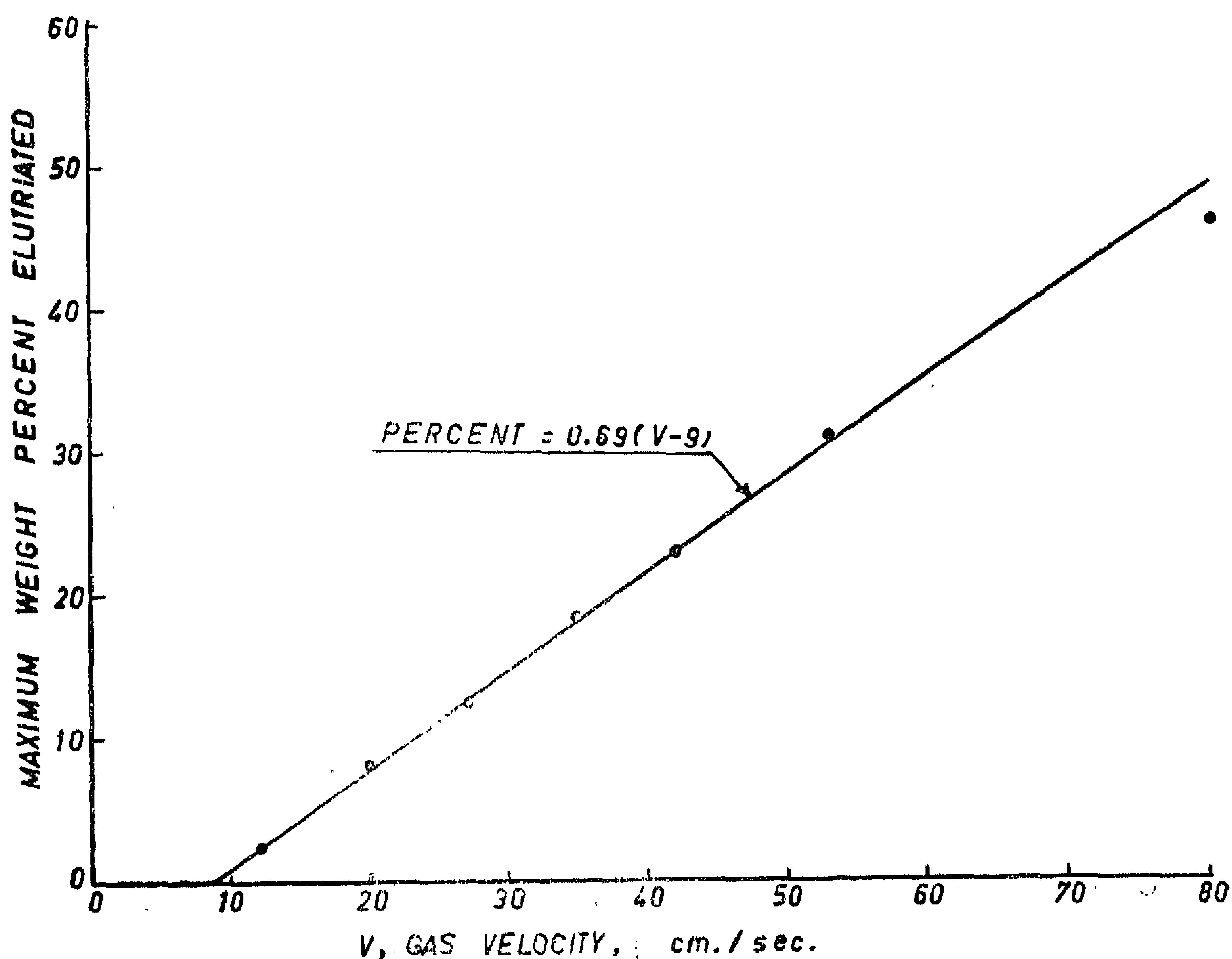


FIG. 7. CORRELATION OF MAXIMUM WEIGHT PERCENT ELUTRIATED WITH GAS VELOCITY.

REFERENCES

1. Blake, F. C., Trans. A.I. Ch. E. 14, 415 (1922).
2. Carman, P.C., J. Soc. Chem. Ind. 57, 225 (1938).
3. Kozeny, J., Sitz. Akad. Wiss. in Wien 136a, 217 (1927).
4. Leva, M., et al, Bull. 504, U.S. Bur. Mines, Washington (1951).
5. Leva, M., et al, Genie Chimique 75, No. 2, 33 (195).
6. Leva, M., "Fluidisation", McGraw-Hill, New York (1959).
7 Frantz, J. F., Chem. Eng., Sept. 17, 161 (1962).
8. Leva, M., Chem. Eng. Prog., 47, 39 (1951).
9. Van Heerden, C. et al, Ind. Eng. Chem., 45, 1237 (1953).
10. Vreedenberg, H.A., J. Appl. Chem, 2, 256 (1952).
11. Wen, C. Y., and Hashinger, R. F., A.I.Ch.E.J., 6, 220 (1960).

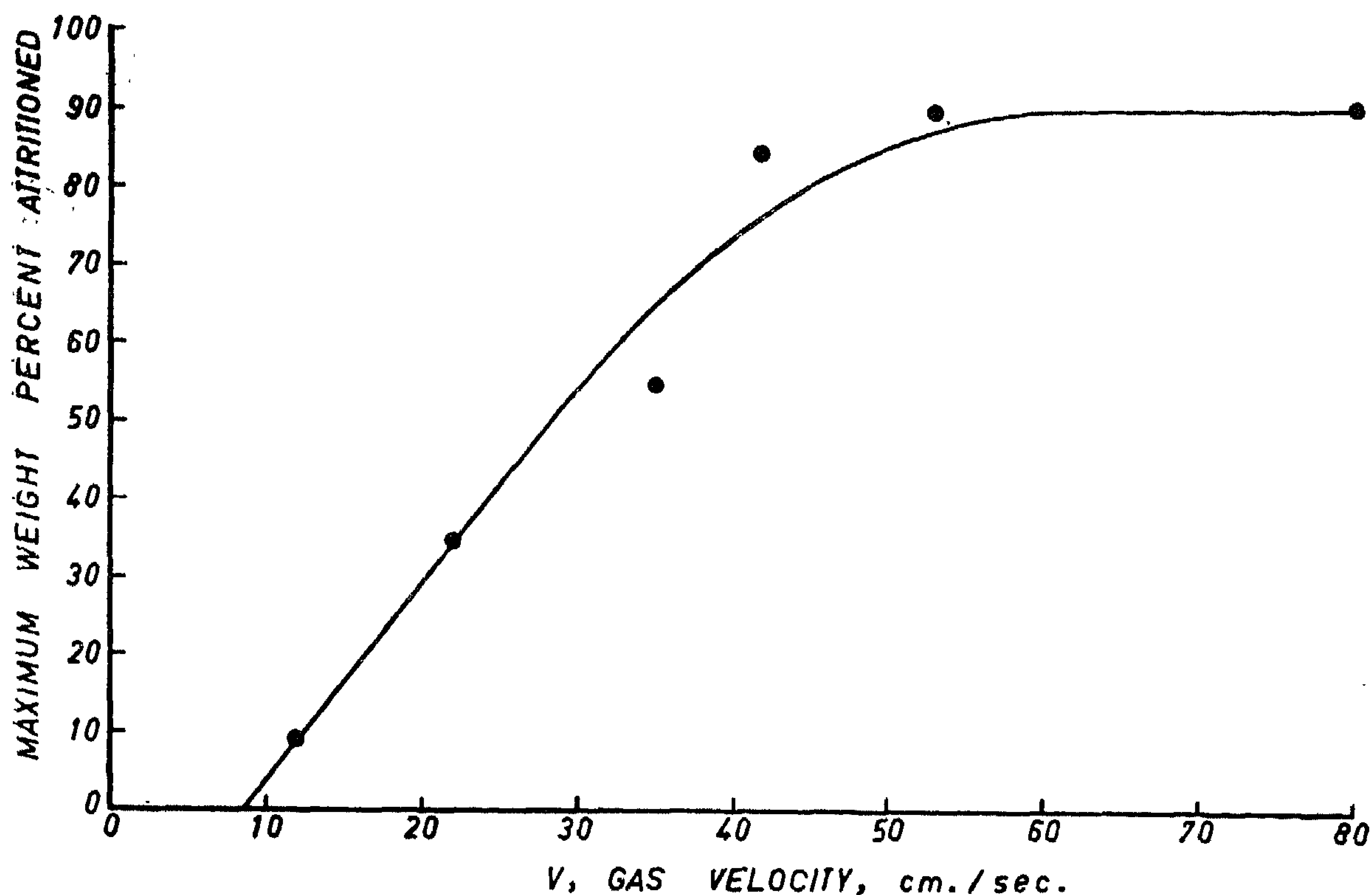


FIG. 6. VARIATION OF THE MAXIMUM WEIGHT PERCENT ATTRITIONED WITH GAS VELOCITY.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

1. The effects of gas velocity, particle size, and bed height on the fluidisation, attrition, and elutriation of closely-sized iron pyrite samples were investigated.

2. Experimental results were utilized in the estimation of the minimum fluidisation velocities, rates and percentages of attrition and elutriation.

3. Minimum fluidisation velocities were found to be strongly dependent upon the particle size of the employed ore, and could be successfully correlated.

4. Attrition and elutriation processes were found to be intimately related, and primarily dependent upon the fluidising gas velocity.

5. The maximum percent elutriation was successfully correlated in a linear manner with gas velocity.

NOMENCLATURE

K_1	and K_2 are empirical constants
D_p	particle size.
V	superficial gas velocity
V_{mf}	minimum fluidisation velocity
d_s	and d_f are particle and gas densities
M_f	Mass of fines
μ	gas viscosity.

The high initial attrition rates seem to be mainly attributable to the rounding of the sharp corners and protruding edges of fresh irregularly-shaped particles which are easily amenable to flaking and breakage as a result of interparticle friction, in addition to particles fracture along the stress planes. The levelling of the attrition rates at longer holding times, eventually reaching an asymptotic value, may be partly attributable to the initial rounding effect which makes the particles less susceptible to flaking.

A closer examination of Figs. 4 and 5 reveals an outstanding finding; namely that both attrition and elutriation are independent of the particle size, but mainly a function of the gas flow rate. Both of the rates and percentages attritioned and elutriated increase with increasing gas velocity.

The maximum percentage attritioned and elutriated (as estimated from the asymptotic values) are plotted against the operating superficial gas velocity in Figs. 6 and 7. As can be seen from Fig. 6, the maximum percent attritioned increases linearly in the lower velocity range and reaches a high asymptotic value at high velocities. On the other hand, the variation of the percentage elutriation with gas velocitty as shown in Fig. 7, is linear in nature throughout the experimentally investigated range. There is however no contradiction since the process of elutriation is only associated with very fine particles resulting by the process of attrition.

It may be further noted that in both cases the curves intercept the abscissa at a fixed gas velocity higher than zero. Apparently, this velocity corresponds to the terminal velocity of the smallest particles in the bed, and at the same time the lowest velocity at which attrition starts in appearance. The linear correlation of the maximum percentage elutriation with gas velocity is obtained as :

Maximum percent elutriation = 0.69 (V — 9) .... (6)

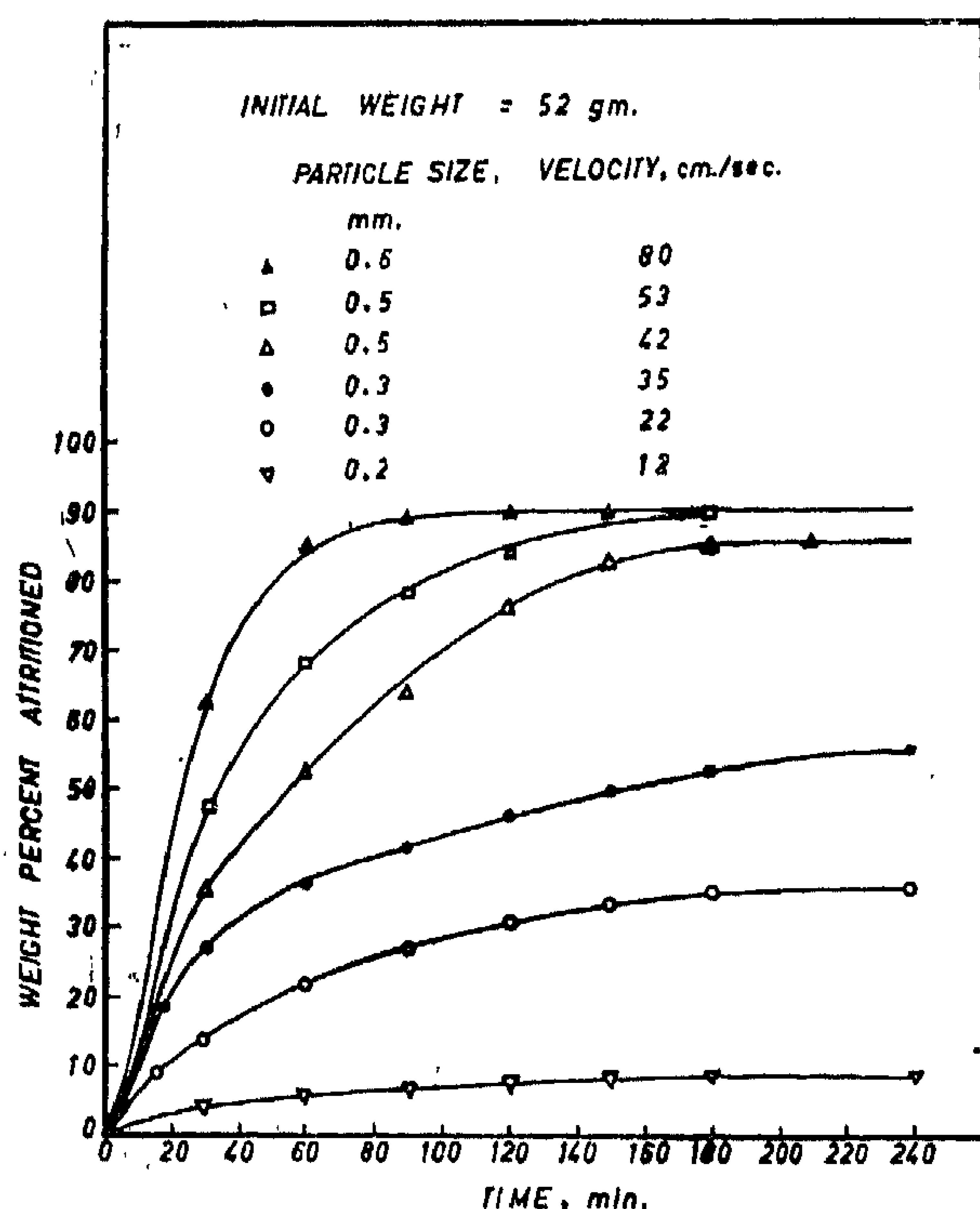


FIG. 4. ATTRITION CURVES AT DIFFERENT PARTICLE SIZE - GAS VELOCITY COMBINATIONS.

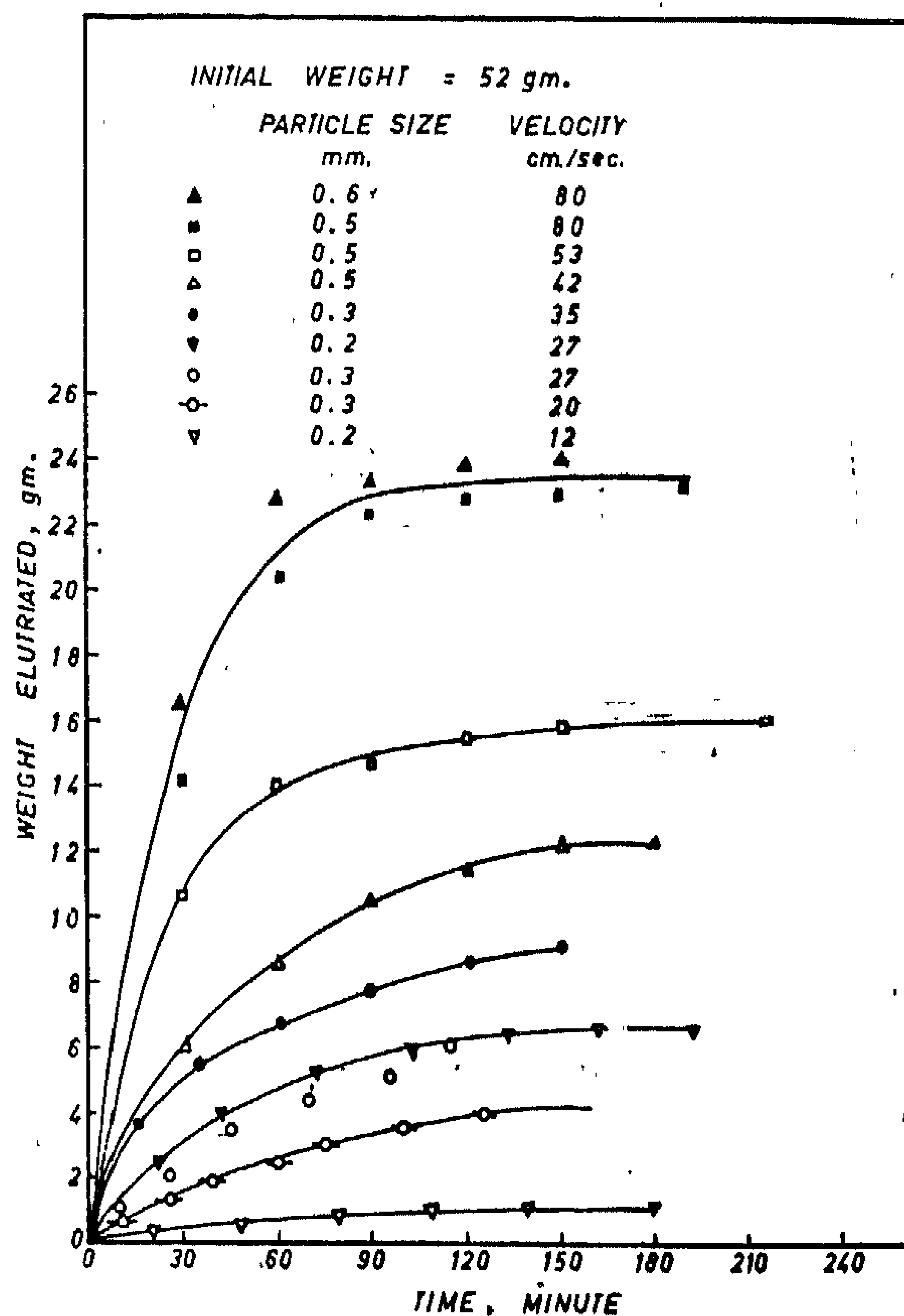


FIG. 5. ELUTRIATION CURVES AT DIFFERENT PARTICLE SIZE - GAS VELOCITY COMBINATIONS.

The flow rate of air from laboratory lines is regulated and measured by a system of valves followed by a glass capillary flowmeter connected to a U-tube manometer. Air is then passed to the fluidisation tube. The outlet of the gas stream passes through a chclone for fine-dust separation, and is finally vented to the atmosphere. The pressure drop across the column is measured by means of a U-tube manometer.

Experimental Procedures :

Minimum Fluidisation Study : In a typical test run, a weighed amount of the desired fraction of the ore corresponding to a certain bed height to diameter ratio was charged and the system assembled. The gas flow rate was gradually increased in a step-wise manner starting from fixed-bed conditions and reaching vigorous fluidisation states. After each step increase, the operating gas velocity and the pressure drop across the bed were recorded.

RESULTS AND CORRELATION

Minimum Fluidisation Velocities : Samples of typical fluidisation curves depicting the effects of gas velocity and bed height for a given closely-sized fraction are shown in Fig. 2. The log-log presentation shown is utilized in determining the minimum fluidisation velocity which is located at the intersection of the two straight lines corresponding to fixed and fluid bed conditions. As can be seen from Fig. 2, the bed height has a marked effect on the pressure drop, but has virtually no significant influence on the value of the minimum fluidisation velocity.

Particle size has a strong effect on the incipient fluidisation velocity as shown in Fig. 3. In this figure the logarithm of the minimum fluidizing velocity is plotted aginst the logarithm of the arithmetic mean particle size for the various closely-sized fractions employed. The best straight line drawn according to Leva's correlation resulted in a reasonably good correlation which is presented by :

$$V_{mf} = 88\ D_p^{1.82} \qquad \text{......... (4)}$$

Including further the effect of the gas viscosity as given by Leva's correlation, the following final correlation was obtained :

$$V_{mf} = 2.6\ D_p^{1.82}/\mu^{0.88} \qquad \text{......... (5)}$$

where D_p is in mms., μ in centipoise, and V_{mf} in cm./sec.

Attrition and Elutriation Results : Attrition and elutriation curves for various particle-size-gas velocity combinations are shown in Figs. 4 and 5. The similarity in shape of both sets indicates a close relationship between both processes. Apparently elutriation is a direct consequence of the process of attrition.

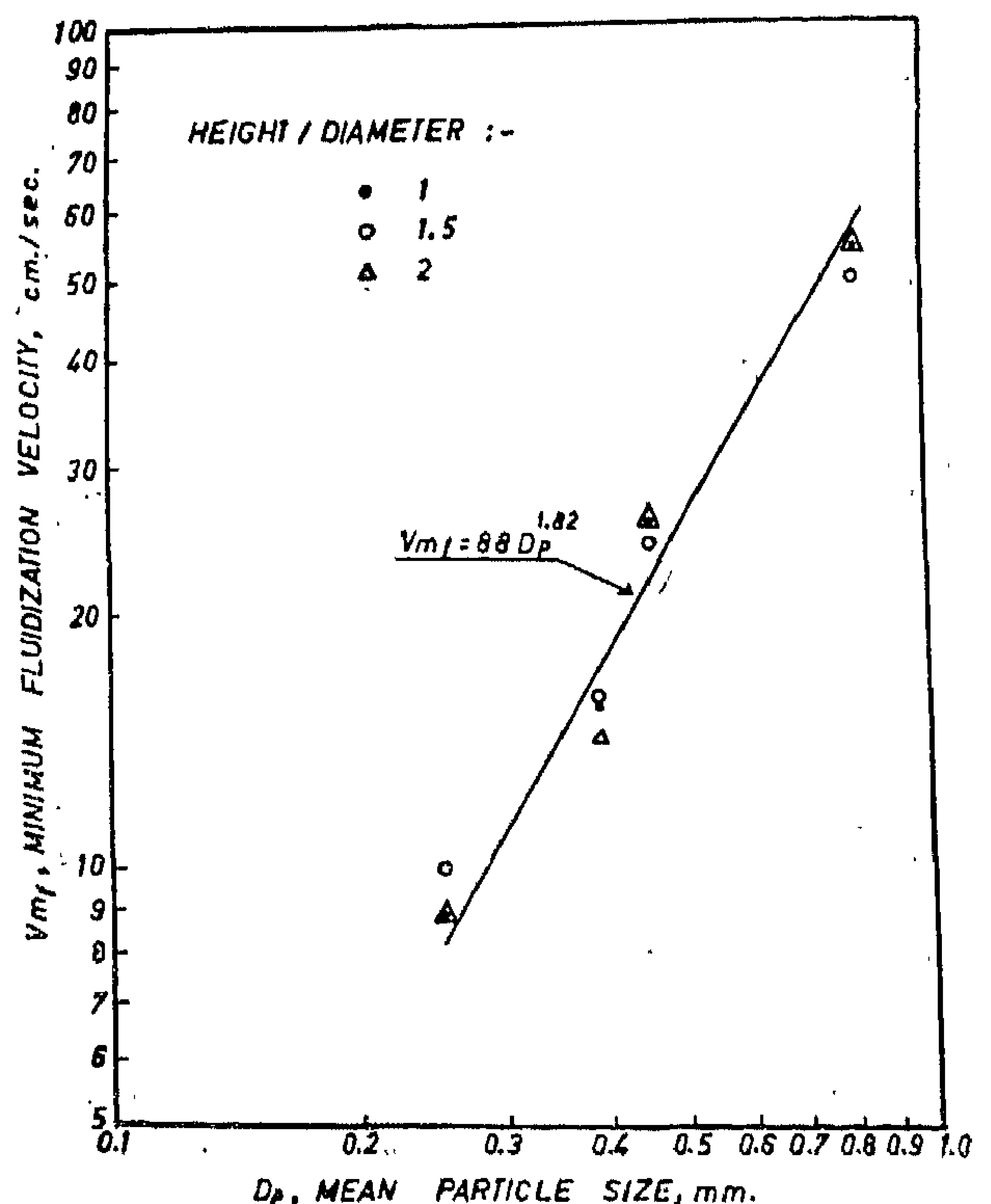


FIG. 3. CORRELATION OF MINIMUM FLUIDIZING VELOCITY WITH PARTICLE SIZE AT 25°C

Table 2. Particle Size and Bulk Densities of the Ore fractions Used

Fraction, mm.	Bulk Density, Size, mm.	Mean Particle gm./cc.
—1.00 + 0.60	0.80	1.47
—0.60 + 0.50	0.55	1.45
—0.50 + 0.30	0.39	1.42
—0.30 + 0.20	0.25	1.36

Apparatus :

A flow diagram of the experimental set-up is shown in Fig. 1. It consists of air supply, fluidisation tube, cyclone separator, and the necessary measuring devices. The fluidisation tube is a 4—cms. in diameter silica tube. It has a sintered-disc distributor formed from fine glass rods of silica.

At the end of the run, the tube was emptied and the dry pressure drop at different velocities was determined for the empty set-up. These measurements were subtracted from the previously measured operating pressure drop in order to obtain the correct pressure drop corresponding to the bed alone.

2. *Elutriation Study :* Fines elutriation rates were determined by collecting the cyclone dust and weighing it at consecutive time intervals at a fixed fluidisation velocity.

3. *Attrition Study :* In this set of experiments, ore samples having a particular particle-size range were fluidised at a certain gas velocity for different time durations. Sieve analysis of solids remaining in the bed was then made in order to determine the percentage attrition to particle sizes smaller than the original size.

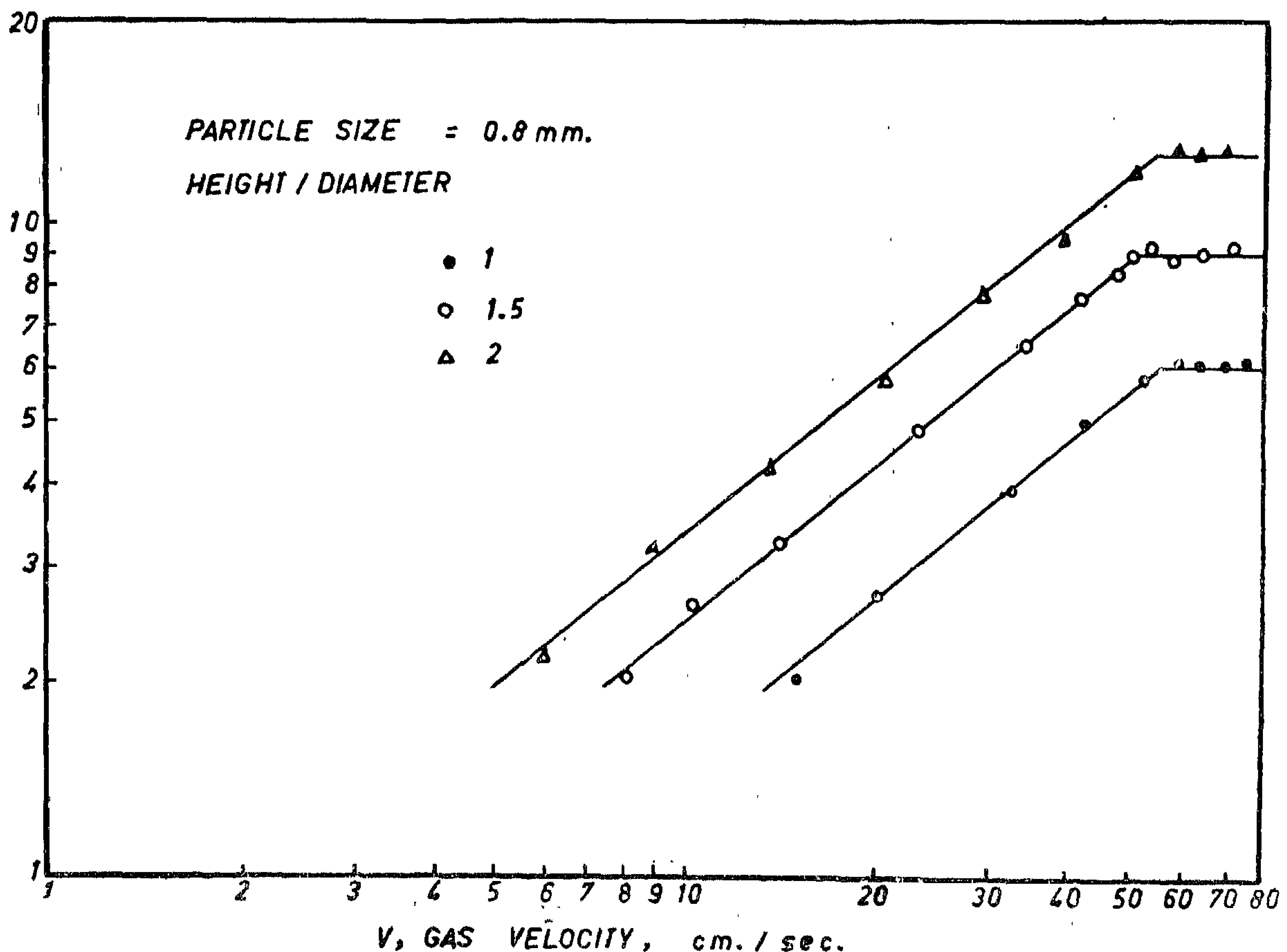


FIG. 2. SAMPLE FLUIDIZATION CURVES FOR 0.8 mm. SIZE FRACTION

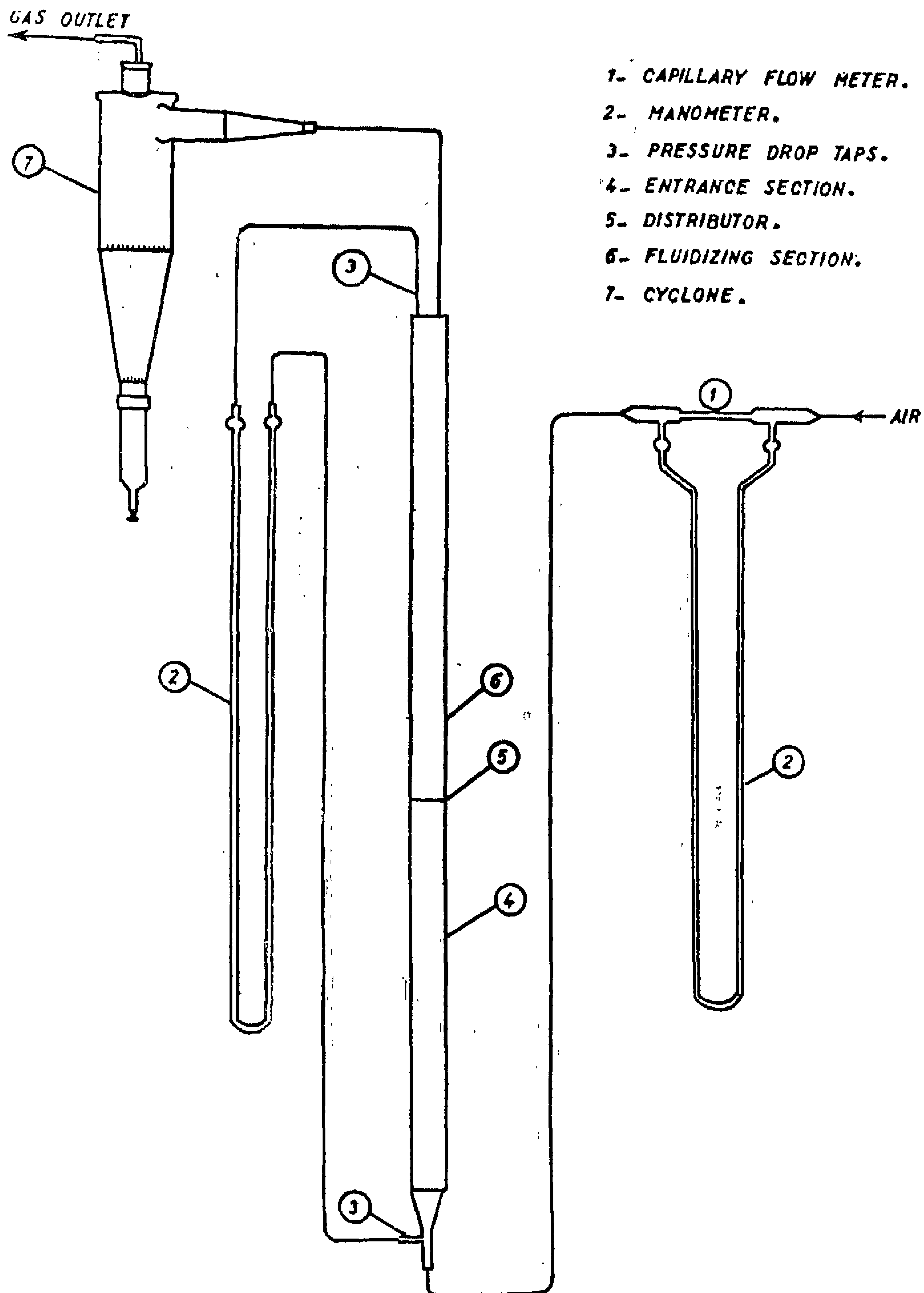


FIG. 1. FLOW DIAGRAM OF THE EXPERIMENTAL SETUP.

Since the minimum-fluidisation condition is transitional between the fixed and fluidized states, the treatment or correlation of the minimum-fluidisation velocity evolves naturally from relevant fixed-bed relations. Among these relations, the famous Carman-kozeny[1-3] equation is, perhaps, the most fundamental. Based on this equation, Leva and Coworkers[4-5] obtained the following equation for predicting the minimum fluidisation velocity :

$$v_{mf} = K\ D_p^2\ (d_s - d_f)\ /\ \mu \qquad \ldots\ldots (1)$$

Examination of the data of several investigators led Leva[6] to the following modified correlation :

$$v_{mf} = (1.4 \times 10^5)\ D_p^{1.82}\ (d_s - d_f)^{0.94} / \mu^{0.88} \quad (2)$$

where D_p is in ft., μ in (lb)/(ft)(hr). Equation 2 is based on the total of 223 experimental points with a standard deviation of 22%[7], and is valid up to Reynolds number ($d_f \cdot v_{mf} \cdot D_p/\mu$) of 5.

The phenomena of attrition and elutriation present serious operational as well as economical disadvantages. Attrition indicates the formation of particles smaller than those originally charged to the bed due to fracture of particles rubbing against each other in the fluidised-state. Elutriation indicates the carry-over of fine particles (whose terminal velocity is lower than the prevailing gas velocity) out of the fluidised column.

Several investigators[8-11] studied elutriation from dense-phose fluidises beds. Based on the work of Leva[8] they usually found that elutriation rates could be expressed as a first order reaction :

$$dM_f/dt = K_e M_f \qquad \ldots\ldots\ldots (3)$$

The elutriation constant was found to be a strong function of gas velocity. Wen and Hashinger[11] were successful in correlating theirs as well as others data by the application of dimensional analysis.

EXPERIMENTAL

Plan Of Experimentation :

Relevant variables considered encompassed gas flow rate, particle size, and bed height. The plan of experimentation underlying these factors is outlined in Table 1.

TABLE 1. Plan Of Experiments

Run No.	Particle Size mm.	Bed Height/ Diameter	Gas Velocity Cm./sec.
Minimum Fluidisation Study			
1	0.25	1	
2	0.25	1.5	
3	0.25	2	
4	0.39	1	
5	0.39	1.5	
6	0.39	2	
7	0.55	1	
8	0.55	1.5	
9	0.55	2	
10	0.8	1	
11	0.8	1.5	
12	0.8	2	
Elutriation Study			
13	0.25	1	12
14	0.39	1	20
15	0.39	1	27
16	0.25	1	27
17	0.39	1	35
18	0.55	1	42
19	0.55	1	53
20	0.55	1	80
21	0.80	1	80
Attrition Study			
22	0.25	1	12
23	0.39	1	22
24	0.39	1	35
25	0.55	1	42
26	0.55	1	53
27	0.80	1	80

Materials Used : The pyrite samples used are concentrates imported from Yougoslavia and provided by Abu-Zaabal Co. for Fertilizers and chemical Products. The closely-sized fractions chosen have the measured particle sizes and bulk densities given in Table 2.

INVESTIGATION OF THE FLUIDIZATION DYNAMICS, ATTRITION AND ELUTRIATION OF IRON PYRITES IN THE FLUIDISED STATE

By

M.M. EL-HALWAGI, M.Sc. Ph. D.,
G.A. KOLTA, M.Sc., Ph.D.,

and

A. ABDEL HAMID, B.Sc.
National Research Center, Cairo, Egypt, U.A.R.

SYNOPSIS

The fluidisation characteristics of iron pyrites were investigated in a 4—cms. laboratory fluidised bed. Incipient fluidisation velocities of closely-sized fractions were determined and correlated with particle size. Attrition and elutriation were found to be closely related and primarily dependent upon the fluidising gas velocity. The maximum percent elutriation could also be successfully correlated with the operating gas velocity.

INTRODUCTION

The study presented here constitutes one phase of an integrated experimental program devoted to the investigation of the various domains related to the roasting of iron pyrites in the fluidised state with the ultimate purpose of developing a local commercial process. The work is concerned with the study of the fluidisation characteristics of the ore to be employed. Collection of such data has an important impact not only upon the appropriate planning of fundamental experimental research, but also on the proper engineering design of the fluid-bed reactor.

THEORETICAL BACKGROUND

The term "fluidisation" denotes the transformation of a bed of finely divided solids into a fluid-like condition by the upward passage of a fluid through it. When a gas is passed through the solids bed at progressively increasing flow rates, the bed remains initially in the fixed state until a certain critical velocity called the minimum or incipient fluidization velocity is reached whereby the bed begins to expand and the particles become suspended in the gas stream. The pressure drop at this state corresponds to the weight of bed per unit area. Further velocity increases result in larger bed expansion and the formation of gas bubbles. This stage may be termed the boiling or dense-phase fluidisation. Finally, when the gas velocity becomes higher than the free-falling velocity of the particles, they are continuously transported with the gas out of the column. This last stage may be called pneumatic transport or dilute-phase fluidisation.

3. No improvements in the transition characteristics of the steel has been obtained through nomalizing or annealing. Only a slight improvement is attainable in the ductile range by nomalizing which is attributed to the fine-grained structure produced by the relatively quicker cooling rate of the air-cooled normalized specimens. On the other hand, a detrimental effect for preheating was observed on notch ductility of both the weld metal and HAZ sides of the composite specimen which can similarly be attributed to the slower cooling rates involved.

4. The low-blow technique is not satisfactory in predicting the crack initiation energy level in Charpy test as certain portions of the pendulum kinetic energy is not effective in cracking the specimen. The test can only be used in predicting the FTE temperature by noting the highest temperature at which the 2nd. blow did not produce any increase in lateral deformation.

5. The composite specimen test is suitable for detecting the effect of variation of the welding variables such as preheat but not as a specification test replacing the two sets of experiments required for both steel and weld metal.

REFERENCES

(1) Brown, D.P., "Observation on Experience with Welded Ships", THE WELDING JOURNAL, (9) Research Suppl. 765-s (1952).

(2) Bagsar, A.B., "Cleavage Fracturing and Transition Temperatures of Mild Steels" THE WELDING JOURNAL, (3), Research Suppl., 123-s (1948).

(3) Parker, E.R., "Brittle Behavior of Engineering Structures", John Wiley and Sons, Inc., 1957.

(4) Zeon, R.S., and Low, J.R., Jr., "The Effect of Variations in Notch Severity on the Transition Temperature of Ship Plate Steel in Notched Bar Impact Test", THE WELDING JOURNAL (3), Research Suppl., 145-s (1948).

(5) Pellini, W.S., "Noth Ductility of Weld Metal", THE WELDING JOURNAL, (5), Research Suppl., 217-s (1956).

(6) Puzak, P. P., Eschbacher, W. W., and Pellini, W.S., "Initiation and Propagation of Brittle Fracture in Structural Steels", THE WELDING JOURNAL, (12), Research Suppl., 561-s (1952).

(7) Puzak, P.P., Schusler, M.E., and Pellini, W.S., "Crack Starter Tests OF Ship Fracture and Project Steels, "THE WELDING JOURNAL, (10), Research Suppl., 481-s (1954).

(8) Puzak, P.P., Babeck, A.J., and Pellini, W.S., "Correlation of Brittle Fracture Service Failures with Laboratory Notch-Ductility Tests", THE WELDING JOURNAL, (9), Research Suppl., 391-s (1958).

(9) Williams, M.L., "Correlation of Properties of Steel Plates from Fractured Ships", THE WELDING JOURNAL, (10), Research Suppl., 445-s, (1958).

(10) Gross, J.H., and Stout, R.D., "Ductility and Energy Relations in Charpy Tests of Structural Steels", THE WELDING JOURNAL, (4), Research Suppl., 151-s (1958).

(11) Hartbower, C.E., "Crack Initiation and Propagation in the V—Notch Charpy

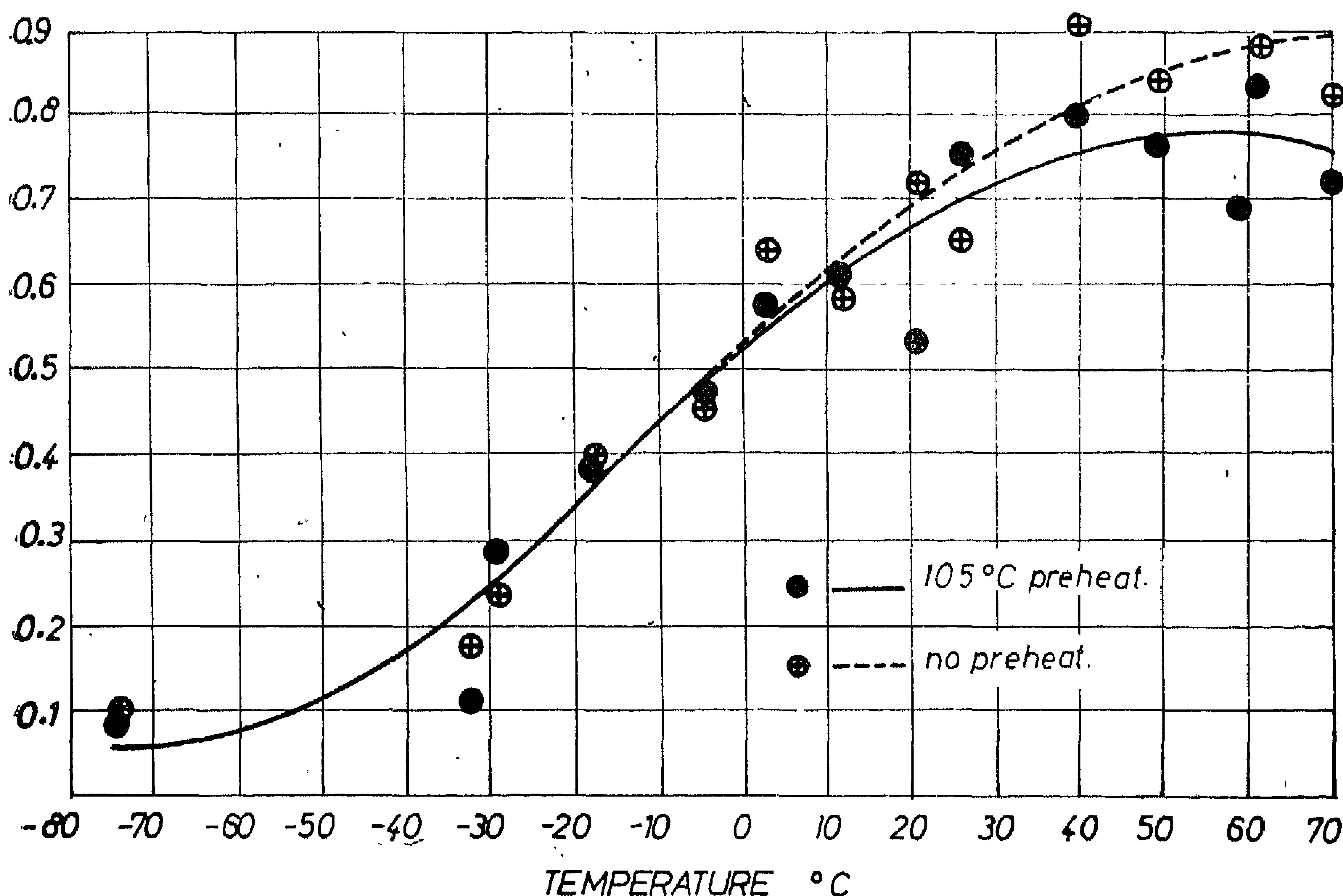


Fig. 9 — Comparison between transition curves based on lateral expansion for the WM side of the composite specimens welded with and without preheat.

men as shown before. This finding does not exclude the adoption of preheating in welded structures as it has an important role in avoiding the cracks developed during cooling in the HAZ, the fusion line and in the weld metal itself. These cracks will initiate brittle fracture if their tips extend to a notch-sensitive element.

4. CONCLUSIONS :

1. The B.S.13 steel is capable to withstand service temperatures as low as — 37°C for stationary construction as oil tanks, pressure vessels, pipe lines ... etc. For sea-going vessels and other constructions subjected to localized deformation, a throughout failure of the structure is only avoided above — 10°C.

2. Although the Charpy V transition curve as well as the NDT temperature of the as—deposited weld metal of the Gazine R—48 Egyptian electrode yielded satisfactory results as compared to the foreign E 6010 mild steel welding electrodes, certain imperfections in the coating technique were responsible for some geometrical or metallurgical notches from which brittle fracture may initiate at unfavourable conditions of stress and temperature.

3.2.2 Weld Metal :

Charpy V energy transition curve for weld metal have revealed satisfactory results as compared to foreign electrodes (Fig. 7). However, many specimens show impurities in the fracture surface such as nonmetallic inclusions, parts of incomplete fusion ...... etc. These defects which may be due to imperfections in the coating technique cause great consternation about the suitability of such electrodes for welded constructions as it may act as geometrical or metallurgical notches from which brittle fracture may initiate at unfavourable conditions of stress and temperatures.

3.3 Composite Specimen Tests.

3.3.1 Effect of Preheat.

Comparison between single test and composite test results revealed that the test is unsuitable as a specification test replacing the two sets of experiments required for weld metal and base steel. The test, however is of value in detecting the effect of some variables in the welding technique such as preheat. Figs. 3 and 9 show the effect of preheating on both weld metal and the HAZ. It is clear that preheating is detrimental for both of them. This effect can be explained in view of the reduced cooling rate of the preheated speci-

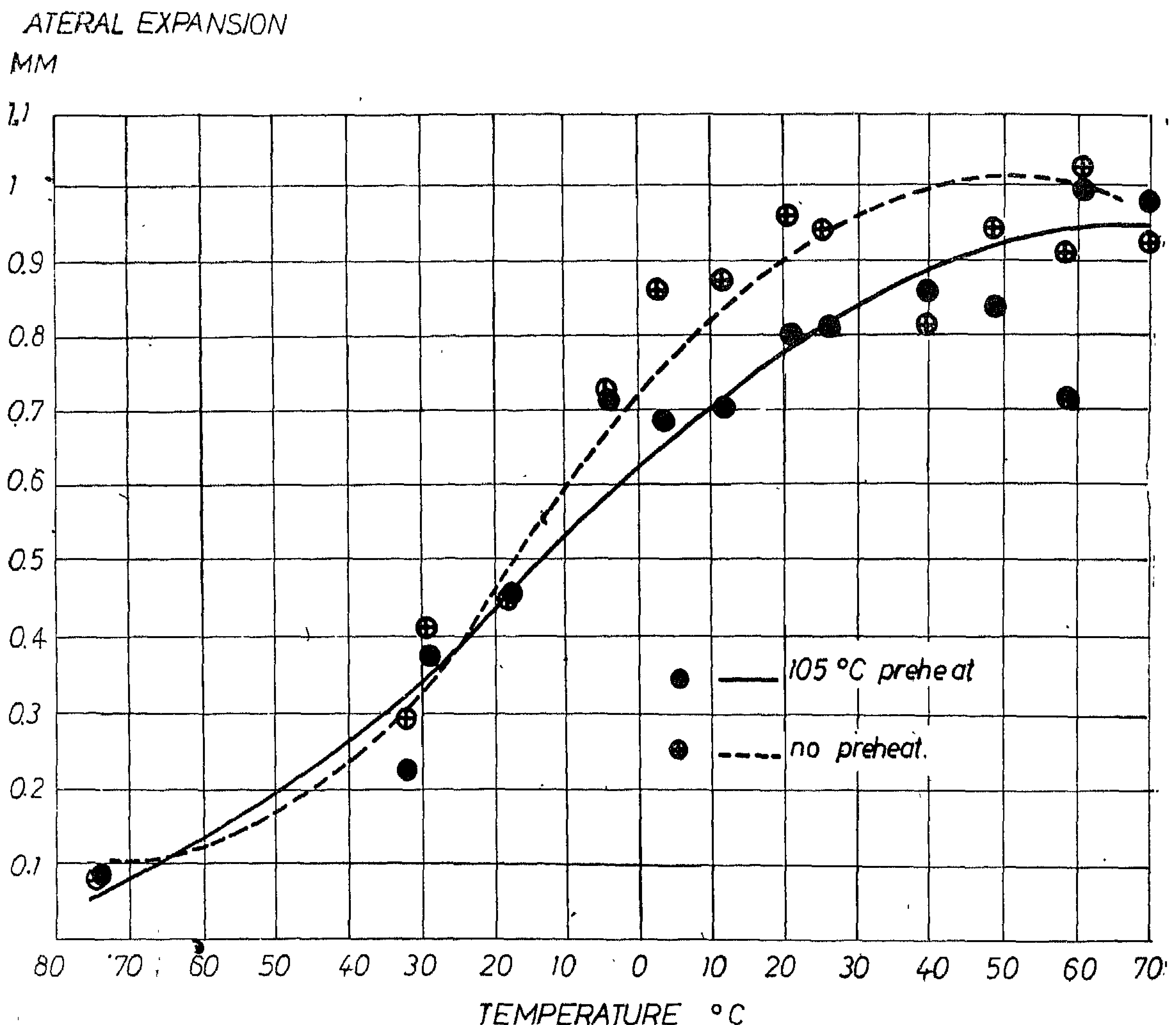


Fig. 8 — *Comparison between transition curves based on lateral expansion for the HAZ sides of the composite specimens welded with and without preheat.*

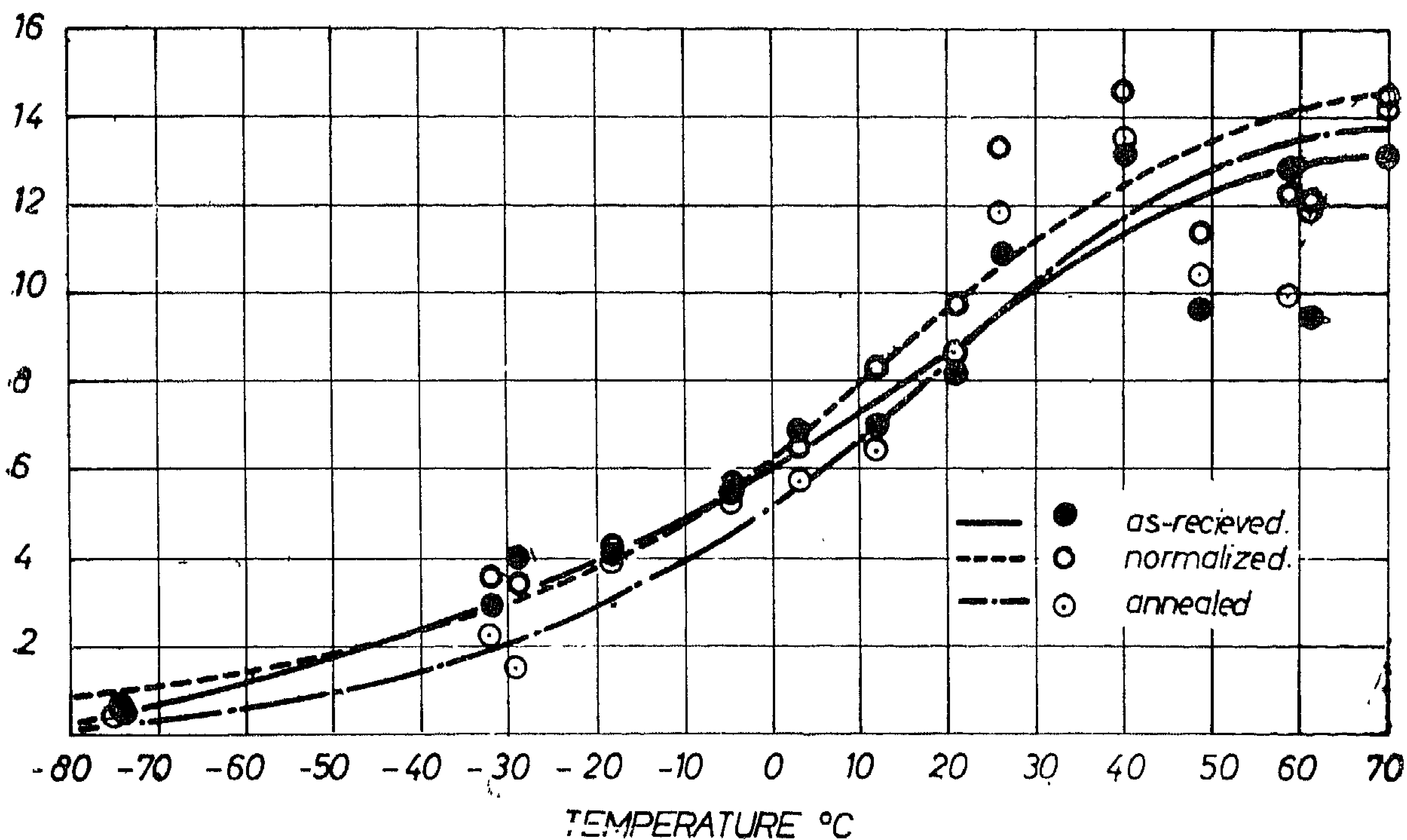


Fig. 6. — Comparison between Charpy V energy- temperature transition curves for steel in the three conditions.

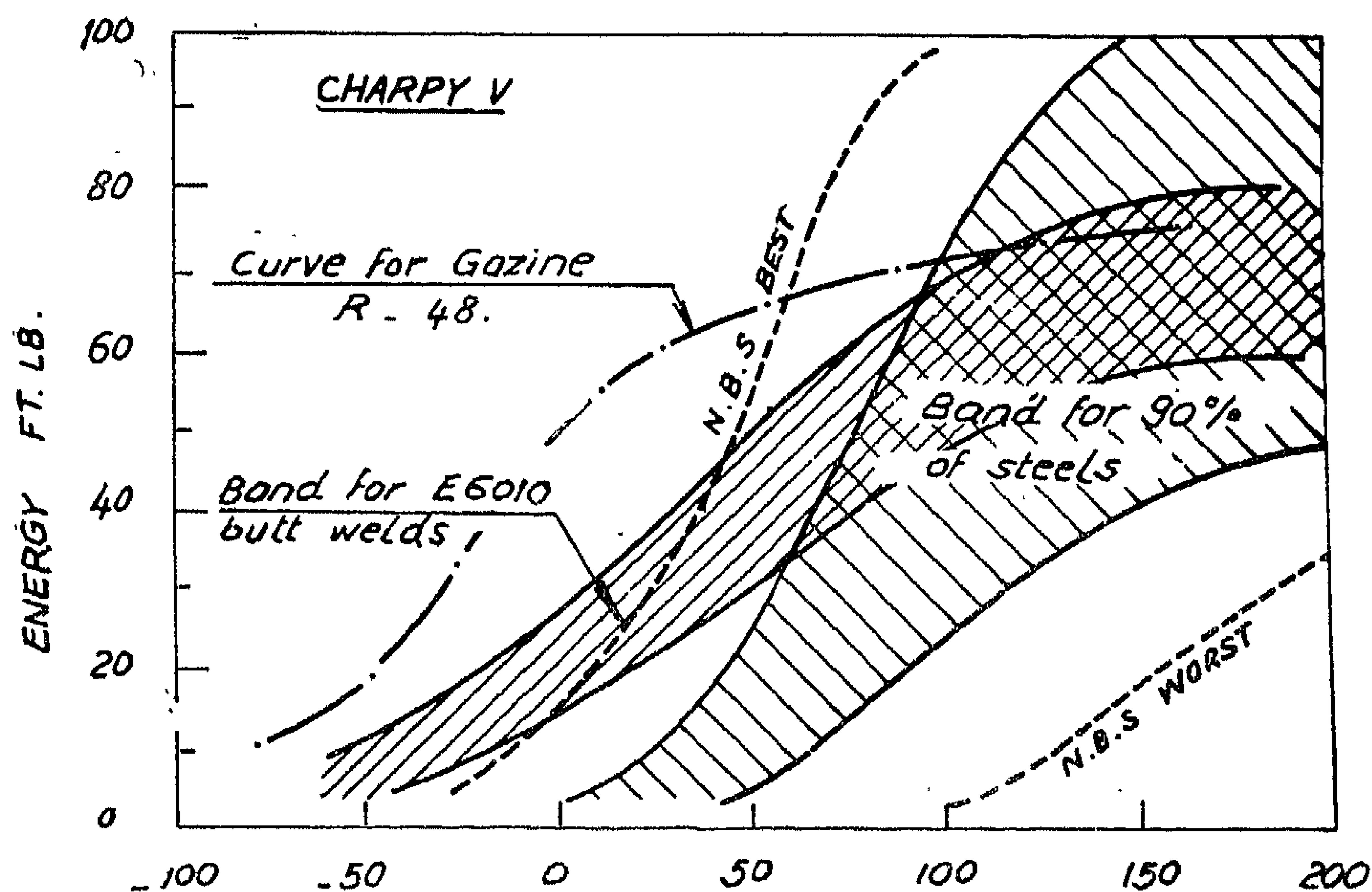


FIG. 7 : Charpy V notch properties of the deposited WM as compared to E6010 welds and ship plate steel of World War II production.

approximated from it by applying the $\triangle$ t corrections suggested by the NRL. The ability of both the steel and weld metal to withstand low-temperature applications can be predicted from these temperatures depending on the expected service conditions. For stationary elastically-loaded constructions such as oil tanks, pressure vessels and pipelines with the possibility of plastic flow at some points of stress concentration, fracture is possibly initiated at and below the NDT temperature which is considered the safe boundary to avoid fracture. In such applications, steel is capable to withstand temperatures as low as —37°C while the corresponding temperature for weld metal is —15°C. For other elastically-loaded constructions where the possibility of localized deformation due to collision and other special circumstances is inevitable, such as the case of ship constructions, fracture is *forced* to initiate. The prevention of a throughout failure of the structure depends on whether the surrounding elastically-stressed areas are above or below its FTE temperature. In such cases, —5°C and 18°C are the safe boundary for B.S.13 steel and the Gazine R—48 weld metal respectively. The latter Figure (18°C) is relatively high and may render this type of electrodes unsuitable for the elastically-loaded parts of the ship subjected to service temperatures lower than 18°C. On the other hand, neither the steel nor the electrode is suitable for heavy duty cases where the structure is subjected to general deformation but, nevertheless, brittle fracture must be prevented. Otherwise, the service temperature should not be lower than 28°C for steel and 50°C for weld metal which are rather impractical values.

The NDT temperature of steel was related to the 2.5 kg.m energy level on the Charpy V energy transition curve. This suggests that the NDT temp. can be directly derived from Charpy transition curve by finding out the temperature corresponding to the 2.5 kg.m crack initiating energy level (Table 2). The crack initiating energy level of the low-blow technique, *table 2*, was found to be higher than that derived from the conventitonal Charpy curve. This is attributed to the fact that certain portions of the pendulum kinetic energy read on the impact machine is not effective in cracking the specimen. Once the crack initiating energy level was determined, the test can be used in determining the FTE temperature by noting the maximum temperature at which the second blow produces fracture without an increase in lateral deformation.

TABLE 2 — Low-Blow Crack and Initiating Energy Level and the Attendant Striking Velocity (Deflection Rate)

Material & Condition	Crack Initiating Energy Level (kg.m.)	Pendulum Velocity (m/sec)
Steel, as-recieved	4.3	2.1
Steel, normalized	4.3	2.1
Steel, annealed	3.8	1.9
Weld Metal	3.7	1.9
Composite specimen (preheated)	3.9	1.9
Composite specimen (unpreheated)	4.2	2.1

Pendulum Weight = 20 kg.

3.2 Charpy V tests.

3.2.1 Effect of Heat Treatment :

Fig. 6 shows a compilation of the Charpy V energy transition curves for steel in its three conditions. It is clear that normalizing was beneficial for the upper portion of the transition curve without any effect on the transition range while annealing was detrimental for that range. This behaviour is attributed to the fine-grained structure produced by the relatively quicker cooling rate of the air-cooled normalized specimens and the formation of spheroids in the pearlite of the furnace-cooled annealed specimens.

2.2 Material and Material Conditions.

2.2.1 Steel

The steel used is a single heat locally produced steel purchased from the Iron and Steel Company in the form of 1/2″ plate, fully-killed, electric furnace (charge no. 20464), B.S.13 steel. The steel was investigated in 3 conditions; as-received, normalized and annealed.

2.2.2 Electrodes :

The electrodes used are the rutile type Gazine R—48 locally produced electrodes which were approved by the Lloyd's Register for shipping and were kindly presented by the Electrodes Factory as representative for its production.

2.3 Testing Program :

The testing program laid down for the investigation is an extensive program of tests on the steel in its three conditions and the deposited weld metal which includes drop-weight tests, conventional Charpy V impact tests, low-blow tests, composite specimen tests from weldment with and without preheat and microstructure examinations.

2.4 Specimen Preparations :

Charpy V impact specimens were prepared according to the U.A.R. standard specifications No. 245/1962. Notches were machined in the thickness direction (LH type) and specimen axis was in the rolling direction.

Drop-weight test specimens of 50 × 127 mm were saw-cut and machined from the plate material. Fox DUR 650 kb, 5 mm electrodes were employed to deposite a hard bead of 630 — 670 HB 30. A high speed 1.5 mm parting off grinding wheel was used for notching the bead such that the thickness of the remaining weld was ranging between 1 and 1.5 mm.

2.5 Testing Procedure :

A drop-weight test equipment was constructed in the material laboratory of the Faculty of Engineering, Cairo University. Sub-zero cooling was carried out by means of a mixture of dry ice and acetone. Water bath was used for tetmperatures above room temperature. Charpy V specimens were left in the bath for not less than 15 minutes to attain the required temperature, drop-weight specimens were left for 20 minutes. 3 specimen of every steel were used at each temperature and the average value of their result was taken. Lateral expansion measurements of the conventional Charpy specimens were performed by a normal micrometer. For the composite specimen, lateral expansion on either side was accomplished by lining up the cross hair of the tool maker's microscope with the profile of the undeformed back of the specimen and then, by moving the calibrated cross slide until the cross hair is tangent to the point of maximum expansion. All Charpy tests were performed according to the Egyptian specifications EOS-S-245-1962.

3. DISCUSSION OF RESULTS :

3.1 Drop-Weight and LowBlow Tests :

Table 1 shows the values of the three critical transition temperatures for the B.S.13 steel and the Gazine R—48 electrodes. It should be noted that the NDT temperature was obtained directly from the drop-weight test while the two other temperatures were

TABLE 1 — Critical Transition Temperatures for Steel and Weld Metal.

Material & Condition	NDT ± 3 C	FTE ± 5 C	FTP ± 10C
Steel, as-recieved	—37	—10	18
Steel, normalized	—37	—10	18
Steel, annealed	—37	—10	18
Weld Metal	—15	13	40

Laboratory which suggests the adoption of the composite test specimen.(12)(13) These specimens are machined from test weldment such that the cross section under the notch is composed of approximately equal areas of weld metal and heat-affected base matal as shown in Fig. 4 and 5. By measuring lateral expansion on both weld metal and heat affected zone sides, two distinct transition curves of weld metal and heat affected metal from one set of experiments can be obtained.

2. EXPERIMENTAL WORK.

2.1 *Objectives :*

It is the objective of this research to evaluate both the locally produced B.S. 13 shipbuilding steel and the Gazine R—48 electrode in terms of temperature range of brittle fracture and point out the suitability of both these items for the different types of service performance. The investigation aims also to find out the possible improvements attainable through the use of heat treatment and preheat.

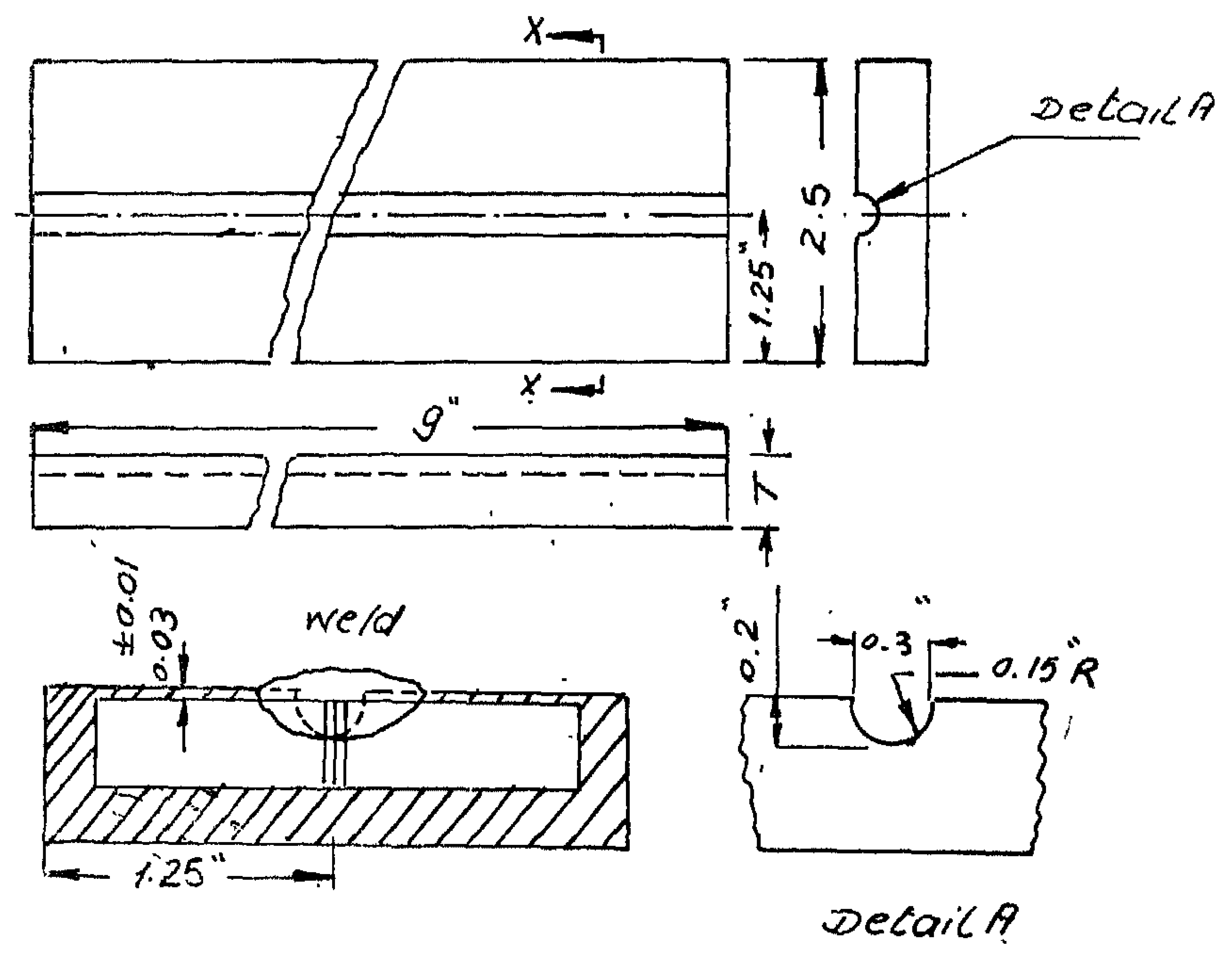


FIG. 4 : The Test Plate and Orientation of Test Specimen in the Composite Test.

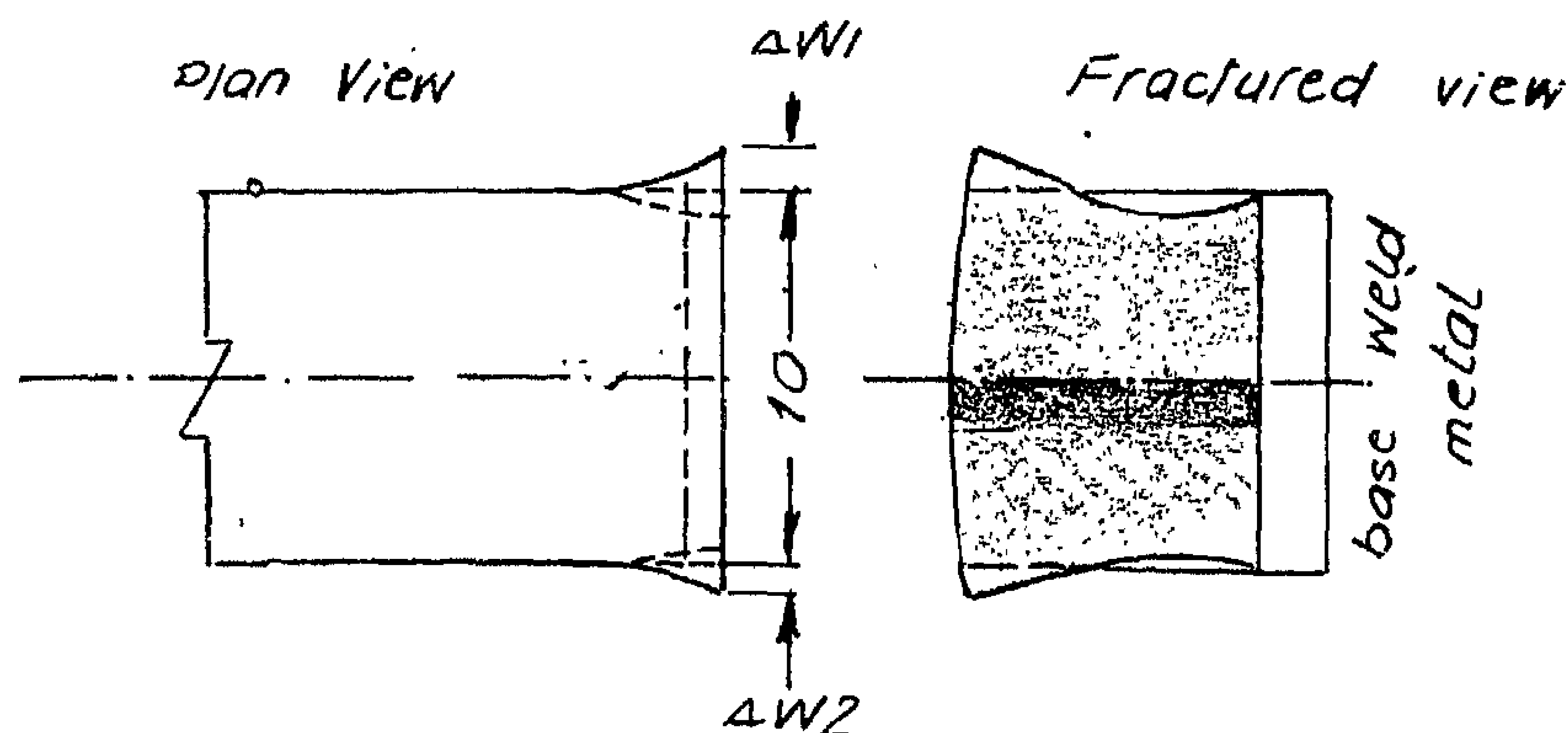


FIG. 5 : Schematic diagram showing different amounts of lateral deformation (expantion and contraction) occuring in the weld metal side and heat-affected base metal sides of a fractured V notch Charpy impact specimen.

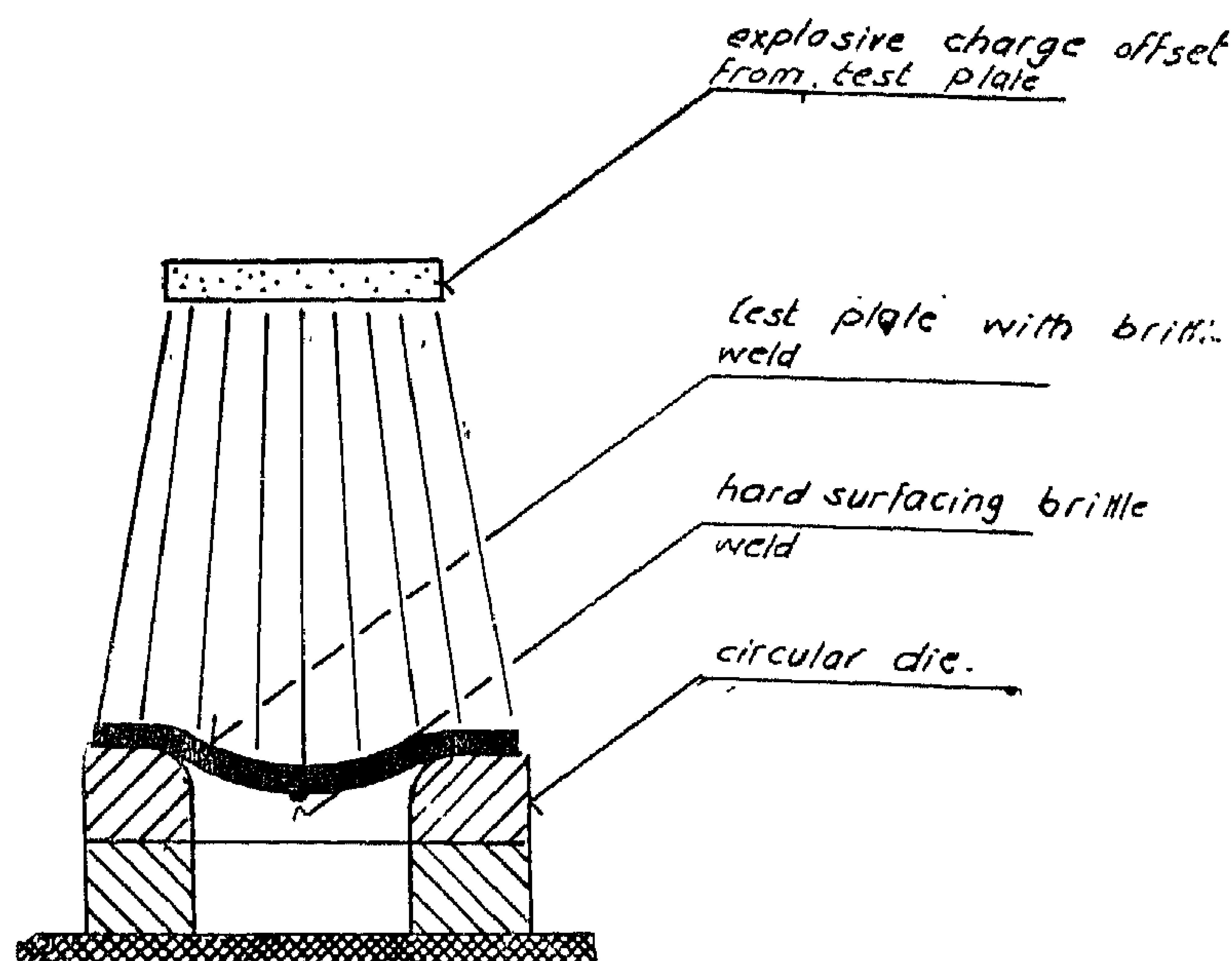


FIG. 3 : Details of the NRL explosion bulge test.

al study performed at the National Bureau of standards NBS on 141 rimmed and semi-killed steel plates taken from a large number of fractured ships.(9) The results of the NBS study validated the significance of the Charpy V impact test. Fracture initiation was found to occur at temperatures corresponding to the 7.6 ft. lb energy level on the Charpy V transition curve in the average, propagation to the 9.3 ft. lb and stoppage to the 19.1 ft. lb energy level. The corresponding values for fully killed and low alloy steels were found to correlate to higher levels on the Charpy V energy transition curve i.e. there is no invariant energy criterion applicable to all types of steel. These discrepancies have been attributed by J.H. Gross and R.D. Stout.(10) to be due to differences in the strength levels of these steels as the energy absorption in the Charpy specimen is controled by two factors;

1. The strength level which regulates the force required for deformation and,

2. The ductility of the steel which determines the distance through which the force acts.

Since loss in the notch-toughness is due to loss in ductility rather than strength, a criterion which evaluates notch ductility rather than energy would be more significant. An index of ductility can readily be obtained from Charpy V bars by measuring the lateral expansion at the compression side opposite to the notch.

Several modifications have been introduced to the conventional Charpy V tests. Chief among these is the low-blow test.(11) This test was developed by C.E. Hartbower as a reply to the criticism directed to Charpy test that the energy read from the impact testing machine constitutes an integration of the energies required for both initiation and propagation of the crack. In addition, the plastic deformation associated with crack initiation introduces an adiabatic temperature rise which shifts the transition curve towards higher temperatures. In this test, specimens are delivered an initiating low-blow followed by a full capacity below to separate the energies required for initiation from that of propagation.

A further modification of the Charpy test was introduced by the Watertown Arsenal

1 — The drop-weight test (Fig. 2) : In such a test the load is applied by the impact of a dropping weight while the specimen is supported on two anvil supports. The dropping conditions are adjusted by means of a central anvil-stop[7] such that the cleavage crack attacks the base plate at the yield point and thus provides a true evaluation of the material's NDT temperature.

2 — The explosion bulge test : where the load is applied by means of detonation of an explosive charge placed offset from the test specimen which is held on a hollow circular die, (Fig. 3).

The edge portions of the explosion bulge specimen are held by the die i.e. elastically loaded. By noting the temperature at which the crack propagates through these elastically-loaded edge regions, instead of being confined only to the plastically loaded "bulge", an evaluation of the FTE can consequently be obtained.

The significance of the NDT temperature has been validated by an emperical correlation with a number of service failures bracketing a wide variety of steels.[8] In all cases investigated, service failure temperature was below the NDT temperature. However, the crack-starter tests require a relatively large specimen. A practical solution for the purpose of engineering design and specification should be found in terms of an easy and versatile test as the charpy V or keyhole test. The significance of such test can only be determined by correlation with service failures. This topic was the subject of an extensive statistic-

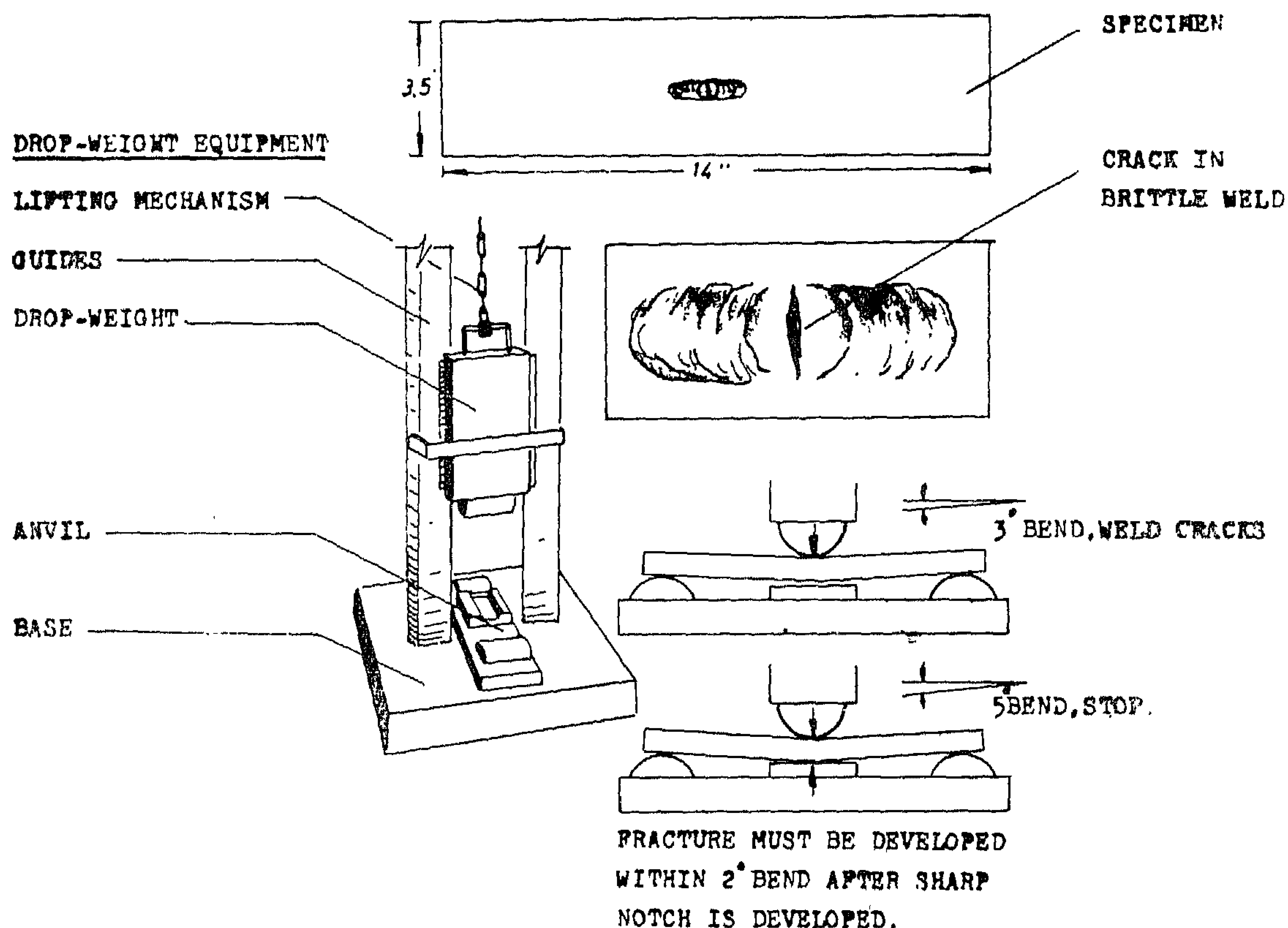


Fig. 2 — Drop weight test method.

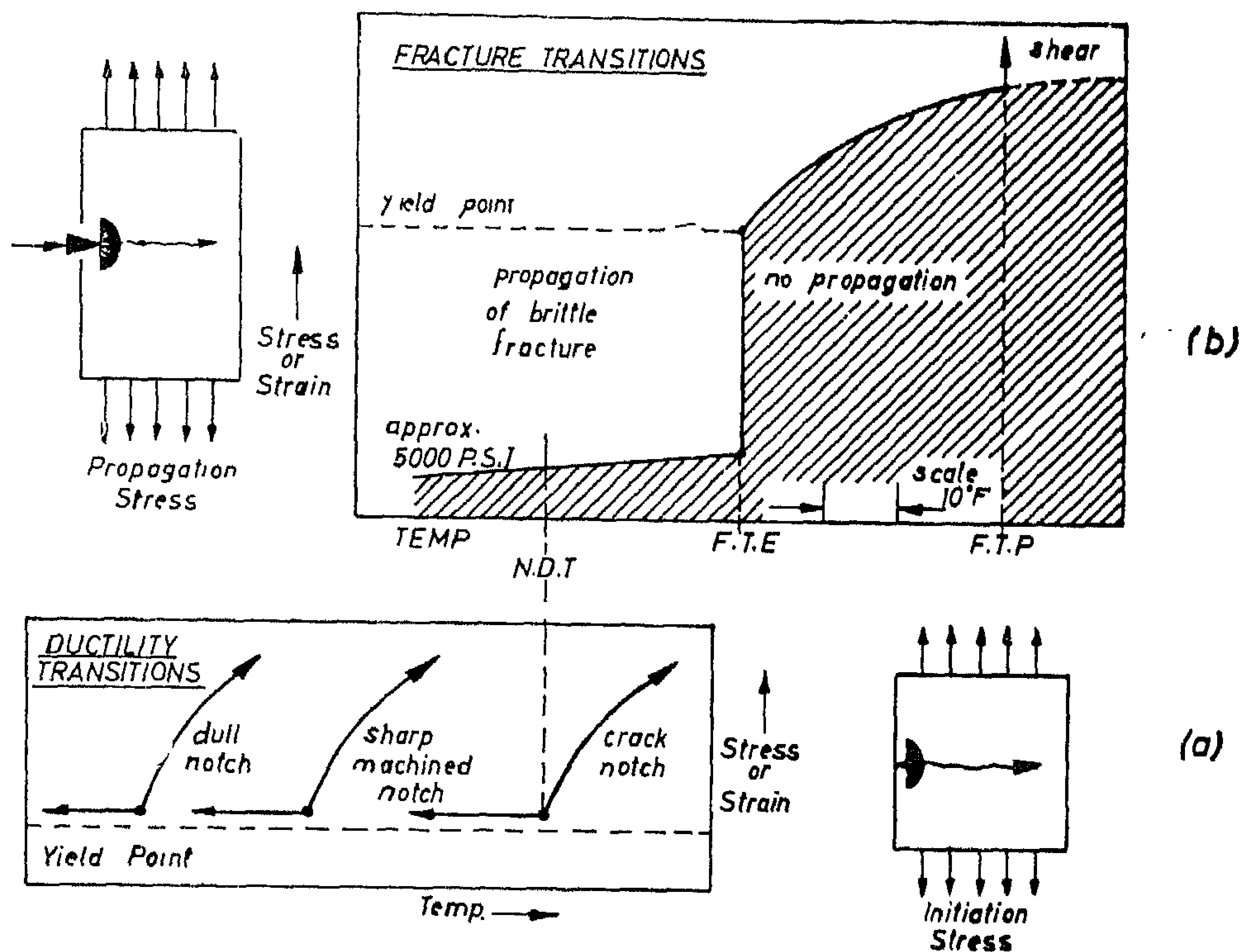


Fig. 1 – Summary of the effects of stress level on the initiation and propagation of brittle fractures within the transition temperature range.

onding temperature for the case of crack-like notch (the sharpest possible type) is called the nil-ductility transition, NDT temperature.

2 — Fracture transition : which is related to crack propagation. Below a certain critical temperature, the stress required to propagate a crack is in the elastic range (may be as low as 5000 p.s.i.) and above which the value of such stress rises rapidly to values in the plastic deformation range. The fracture surface in such a case is a combination of the shear and cleavage modes of fracture. Sooner, another type of fracture transition is obtained above which only the shear mode of fracture is obtained. The former transition has been called fracture transition for the case of elastic loading (FTE), while the later has been called fracture transition for the case of plastic loading (FTP).

The efforts of the various research agencies have been directed towards the development of a laboratory test method which synthesises the service conditions encountered.[6] A very distinguished success in this respect was achieved by the naval research laboratory (NRL) through the development of the crack-starter tests.[7] These tests feature a test specimen containing a bead-on-plate of a hard surfacing material notched by means of a thin grinding wheel such that the wheel does not reach the base plate. Upon loading of the specimen, the remainder of the hard bead under the notch breaks and introduces a sharp reproducible crack to the base plate. Depending upon the type of loading, two types of the crack-starter tests were developed ; namely.

BRITTLE FRACTURE OF LOCALLY PRODUCED SHIP-BUILDING STEEL

By

Dr. YEHIA KABIL
Assist. Prof. Faculty of Eng. Cairo University

Eng. AHMED FARAHAT
B. Mech. Eng. Factory 135

"This investigation is carried out to draw the attention towards the possibility of brittle fracture of locally-produced ships by evaluating the two main factors of shipbuilding, namely the base steel and weld metal and study of some relevant aspects and tests".

INTRODUCTION

There was a gradual trend towards the use of welding in ship construction since the late 1930's to overcome some of the service difficulties encountered in riveted ships.[1] However, the advent of welding has become almost universally adopted since the last World War. As a result of this period the shipbuilding industry was confronted with the necessity of greatly expanding the building capacity to meet wartime emergency demands.

On the other hand, many of the welded ships which were constructed during the last World War have experienced brittle fractures which were considered to have occured in such locations and to such extent as to cause concern to the safety of the vessel. Some vessels were broken into two under loading conditions which were well within the design limits.[2] The exact nature of this problem was then not known, but now much of the mystery has been dispelled.

The shipbuilding industry in U.A.R. is still in its early stages and the possibility of brittle fracture of locally produced ships is a factor which requires great consideration. For this purpose, a review of the brittle fracture problem, its causes and remedies as well as an evaluation of both the locally produced shipbuilding steel and electrodes in terms of temperature range of brittle fracture are highly desired in this period. This investigation aims to fulfil this objective and point out the possible improvements attainable through the use of heat treatment and variation of welding technique by using preheat.

REVIEW OF THE BRITTLE FRACTURE PROBLEM

The continuous study of fracture reports accumulated from a great number of ship, as well as nonship, service failures have revealed that cracks or "notches" are indispensable for the development of brittle fracture.[3,4] Temperature is an important factor as notch ductility of ferritic steels decreases rapidly with decreasing temperature. Depending on temperature, two transitions (Fig. 1 a and b) are usually met*;

1 — Ductility transition : which is related to crack initiation and occurs as a sharp change from high to nil levels of prefracture deformation at the root of the existing notch. The stress level corresponding to this transition is slightly above yielding and the corresp-

* nil-ductility = no prefracture ductility.

REFERENCES

1. Fallou, J. : "Vue d'Ensemble sur les Systèmes de Réglage Automatique de la Fréquence et de la Puissance", Bulletin, Société Française des Electriciens, Paris, France, May 1936, p. 461.

2. Darrieus, G. : "Réglage Rationnel de la Fréquence et de la Répartition des Charges entre Centrales Interconnectées", Bulletin, Société Française des Electriciens, Paris, France, May 1936, p. 501.

3. Nasse, G. : "Perfectionnements Apportés aux Méthodes de Réglage et de Répartition des Charges", Paper No. 329, CIGRE, Paris, France, 1946.

4. Ipsen, P.G., and Norton, J.R. : "Prime Mover Speed Governors and the Interconnected System", AIEE Transactions, Vol. 72, Part III, 1953, pp. 353-358.

5. Concordia, C., and Kirchmayer, L.K. : "Tie-line Power and Frequency Control of Electric Power Systems", AIEE Transactions, Vol. 72, Part III, 1953, pp. 562-572.

6. Concordia, C., and Kirchmayer, L.K. : "Tie-line Power and Frequency Control of Electric Power Systems, Part II", AIEE Transactions, Vol. 73, Part III—A, 1954, pp. 133-141.

7. François Cahen : "Load-Phase Control-Method of Automatic Frequency Control of a Multiple Generating-Plant System", AIEE Transactions, Vol. 73, Part III—A, 1954, pp. 571-577.

8. Travers, R.H. : "Load Control and Telemetering", AIEE Transactions, Vol. 73, Part III—B, 1954, pp. 522-527.

9. Chamberlain, H.H., Glimn, A.F., and Kirchmayer, L.K. : "Automatic Operation of Interconnected Areas", AIEE Conference Paper presented at 1956 AIEE Summer Meeting, San Francisco, California.

10. Travers, R.H : "Automatic Economic Dispatching and Load Control — Ohio Edison System", AIEE Transactions, Vol. 76, Part III, 1957, pp. 291-300.

11. Travers, R.H. : "Operating Experience with GEDA Automatic Economic Dispatching — Ohio Edison System," AIEE Transactions, Vol. 77, Part III, 1958, pp. 407-410.

12. Kirchmayer, L. K. : "Differential Analyzer Aids Design of Electric Utility Automatic Dispatching System", AIEE Transactions, Paper 57-946, Applications and Industry, January 1959, No. 40, pp. 572-579.

13. Kirchmayer, L.K. : "Economic Control of Interconnected Systems", John Wiley and Sons, New York, 1959.



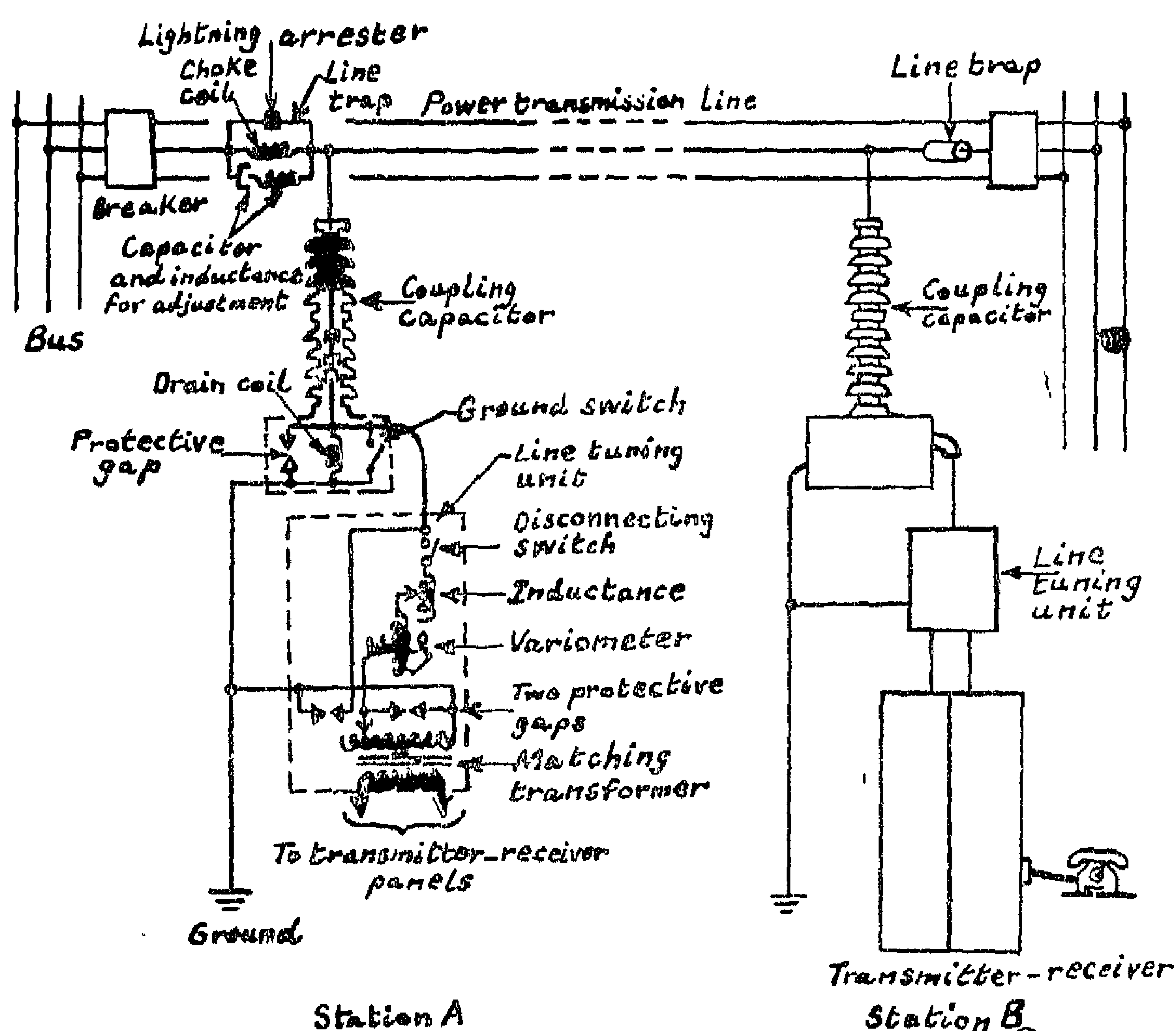


Figure 6. Connection of Power-Line Carrier System

CONCLUSIONS

The control engineer in charge of load dispatching has three basic aims : security of generation and transmission, economy in scheduling power generation, and frequency control. Satisfying these aims requires a system for data collection, calculating a solution, and informing the power stations of the desired outputs.

Although much can be said for automatic controls, it must be recognized that they have definite limitations. Automatic regulators do a job which human operators either cannot successfully perform, or can perform only by constant attention to an exacting and never-ending task. Nevertheless it should not be inferred that a system equipped with a few control devices at strategic points practically runs itself. Regulators can function only within the limits of capacity of the generators under their control, and this may be in the order of 5 to 10 per cent of the total generating capacity of the system or group of systems for which these generators are regulating. The remaining generation, on base load, must be adjusted up or down from hour to hour to conform to the general trend of the system daily load curve as estimated by the power supervisor, so as to keep the regulating generators within their regulating range. Load assignments are made partly by prearranged schedule, but the supervisor must be prepared at any moment to meet unforeseen conditions with such power resources as are available. For this purpose, automatic controls must be supplemented by adequate communication facilities, and by telemetering of critical quantities such as forebay levels, loads on ties, and loads on generating stations, especially those that are under control of automatic regulators. These facilities should lead to improved load dispatching.

is conveyed from the distant substations and generating stations by H.F. transmission over the extra high-voltage lines to substations situated near to the dispatching point. As a rule, these substations are connected to the dispatching point with cables, so that further passing on of the required information can be carried out over the conductors of these cables. Here usually L.F. transmission is employed for two reasons : conductors in the cables can be saved by suitably grading the low frequencies employed, and the instruments can be isolated easily from the cables by the application of transformers, which is advantageous for safety reasons.

A power system with long transmission lines, through country where telephone lines are not available, or where building telephone lines would be costly, may find that carrier telephony is better. Power-line carrier telephony uses the transmission conductors of power lines instead of separate wires. The tiny currents of carrier telephony are superimposed on the power currents (for example, the 50 cycles/second ones) and flow along with them. The transmission conductors act as a guide or "carrier" for the telephony currents. These tiny currents are of much higher frequency than the power currents. They range from 50 to 150 kilocycles/second. Using high frequency makes it simple to separate the carrier current from the power current. The sending and receiving equipment resembles a radio transmitter and receiver.

The advantages of power-line carrier telephony are economy and reliability. The economy occurs over long distances where no telephone facilities exist. Then the power line has a twofold purpose : power and communication. Transmission lines are of such sturdy construction that they rank next to underground cables in reliability.

The power supply for carrier telephony can be from batteries (125 volts D.C.) or from 120 volts A.C. A coupling capacitor connects the power-line carrier equipment to the high-voltage power line. A line tuning unit connects between the coupling capacitor and the transmitter-receiver panels. A line trap prevents energy in the communication current from being dissipated in the transmission line that lies outside the communication channel. A trap is not always necessary.

Figure 6 shows the above pieces of apparatus connected. Station A and station B are alike. Notice that this diagram shows the use of but one of the power conductors and the earth. Most installations are this way, but some use two of the three power conductors, that is, phase-to-phase.

Figure 6 shows that the coupling capacitor is composed of capacitors in series. These capacitors form the link joining the carrier telephone to the power line and allowing the carrier currents to easily pass through them because they have a high frequency. The low-frequency power currents do not easily pass, with the result that very small power currents find their way down the capacitors. The drain coil in the base of the coupling-capacitor unit carries them off to ground. In this same base a protective gap allows high surges of power and lightning current to pass to earth. The base of this unit also contains a grounding switch which should be closed before touching or doing any maintenance work in the base of the coupling unit or in the cable leading from it.

The line-tuning unit offsets the capacitance of the coupling capacitor. This is done by the coil marked "inductance" and by the adjustable "variometer", a variable inductance. Capacitance and inductance have contrary influences, one offsetting the other. Since they offset each other, their individual impeding effect on the carrier current cancels, thus allowing the carrier current to pass easily on to the transmitter-receiver panel equipment.

If the change in generation at these sources is represented by $\triangle S_A$, $\triangle S_B$, etc.

$$\therefore \triangle S = \triangle S_A + \triangle S_B + \ldots\ldots$$

At any given time, only part of the total generating capacity is free to follow swing power requirements. The remainder of the system capacity is either at full load, held out of regulating duty by operational requirements, or not even on the line, and hence cannot be assumed available for swing generation.

Since each station will normally be available for regulating duty while the system cost is passing through the station's economic loading range, the amount of available regulating capacity can be estimated for various ranges on the daily curve of incremental costs.

Let G_A = output of station A at the mid-point of its cost range; and G_1 = output of all regulating stations, including station A, when cost is at the mid-point of station A's cost range. Then if station A is to carry its proportionate share of regulation, its response $\triangle S_A$ to the system requirement signal $\triangle S$ should be :

$$\triangle S_A = \triangle S \frac{G_A}{G_1}$$

This would then be the response of station A to system requirement when station A's participation setter is set at 100 %. Changes in the system and the station would reflect in different participation settings as the terms G_A and G_1 are altered in the equation. Although the method is rigorously correct only for the mid-point of the station's cost curve, it may be examined at other points to determine to what extent the approximation may be safely used as a constant.

SYSTEM COMMUNICATIONS

Communication is indispensable in running an electric power system. Lines of communication are as important as the power lines. There must be lines of communication from the load dispatcher and district operator to the generating, switching, and substations. Information must be exchanged between the power system employees and passed back and forth and up and down the entire system.

For the efficient and correct control of the greatly widespread and involved electric power generation and distribution systems, it is not sufficient to equip the dispatching room with telephone only. Also remote signalling, control equipment and telemetering instruments are absolute necessities. These instruments in turn require reliable communication facilities which ensure the transmission of signals, instructions and measuring pulses between the controlled places (e.g. generating stations and substations) and the dispatching centre. Only by the application of all these instruments it is possible to ensure the highest possible economy and reliable faultless operation of the whole power generation and distribution system.

Nowadays, great attention is being paid in the projects of new generating stations, substations and extra high-voltage power transmission lines not only to the power equipment, but also to the pertaining dispatching network, to ensure that it responds to the above-mentioned requirements.

The equipment of the dispatching point (Figure 5) depends first of all on the communication network. All required information

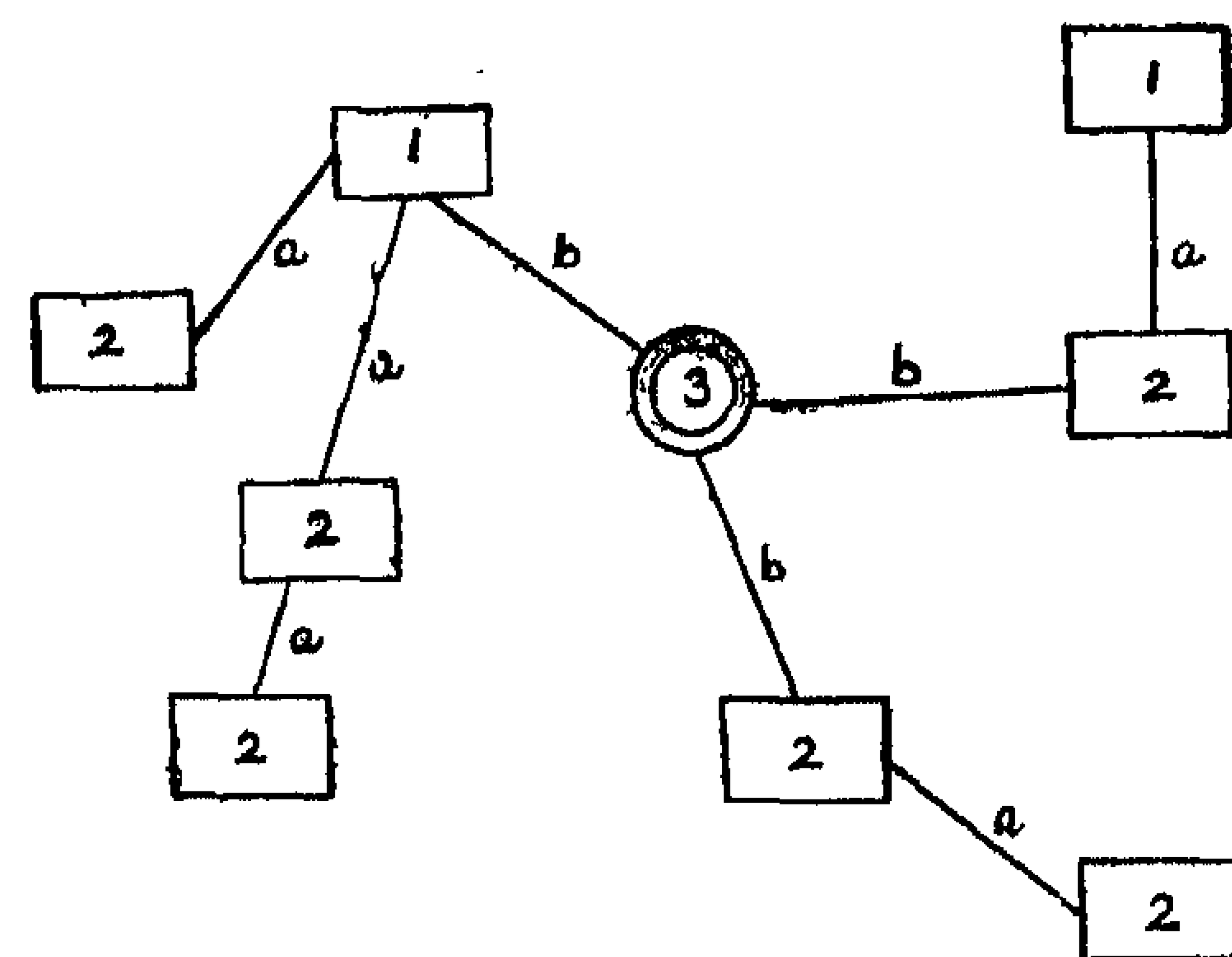


Figure 5. Part of the dispatching network
1-Generating station, 2-Substation,
3-Dispatching point, a) H.F. over E.H.V.,
b) L.F. over cable.

be lowered to A_1, which would reduce the output of generator A and lower the frequency of the system. If frequency of the system is being regulated by adjustments to generator A, with no adjustments to generator B, then generator A will be compelled to take care of all load changes of the system, because when frequency is restored to 50 cycles per second, generator B will always be at the 60—per cent load point. In other words, frequency control has the effect of counteracting the speed droop of generators to which it is applied-not eliminating the drooping characteristic, but shifting it to a new level after each load change.

It is also worth mentioning that when generators are operating in parallel, as on interconnected power systems, frequency is the same for all generators, no matter whether they are side by side in the same generating station, or miles apart in different stations.

CONTROL METHOD

It is evident from the foregoing that a signal measuring frequency error and another measuring tie-line error can, when combined, produce an error signal representing the system's requirement for a change in generation. This is the so-called system requirement signal.

If the system requirement signal is $\triangle S$, representing the amount of change in prime mover power required to meet the load conditions and to return the system frequency to normal, then the control will seek to obtain this amount of power from the various sources, station A, station B, etc.

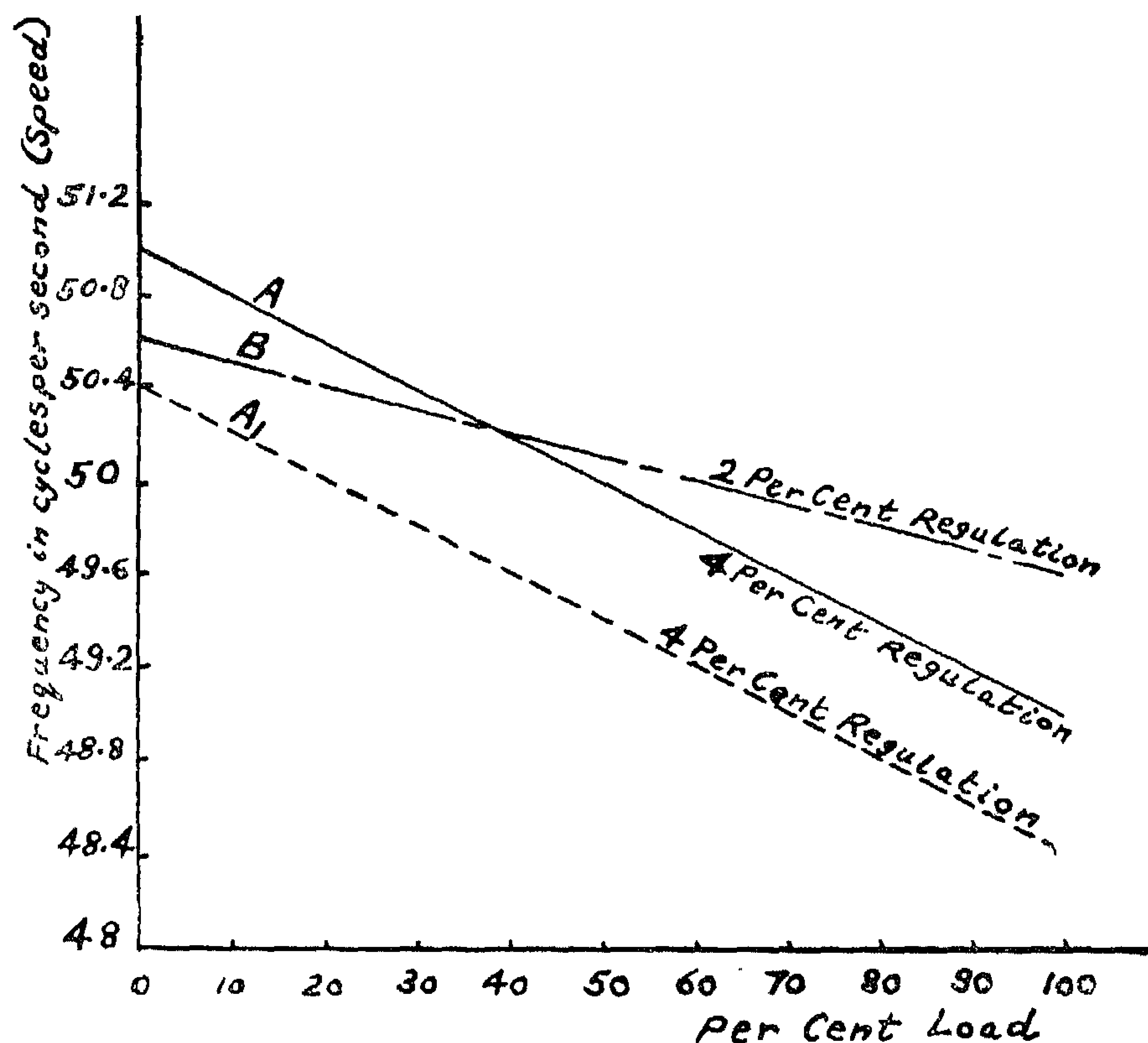


Figure 4. Characteristic curves of turbine governors, showing the relation between load and frequency (speed).

The control of system frequency and load depends upon the governors of the prime movers, since the regulation of frequency and tie-line load involves the regulation of the output of generators connected to the system, and this requires regulation of the power input to their turbines. If the speed of a generator rises or drops by a certain amount, the speed governor of the prime mover responds and changes the admission of energy to the machine in order to restore the original speed. Every change of admission of energy to the prime movers will involve a varied distribution of the electric power output of all the individual generators. In figure 2 the prime mover is shown coupled with a synchronous generator feeding a network and controlled in its speed by an indirectly acting governor with a valve-operating servomotor, as is usual with steam and water turbines.

Figure 3 shows the basic characteristic of a governor. With a given setting there is a definite relationship between turbine speed and the load being carried by the turbine which is shown graphically in figure 3 by the speed-droop curve of a governor. If the load carried by the turbine decreases, the speed increases. For example, in figure 3, assume that the turbine runs at point A, a load of 75 %, and speed of 97 %. If the load drops to 50 % the speed rises to 98 % if the governor setting is not changed.

Relationship between speed and load can be adjusted by changing the governor setting, such as changing the spring tension in the flyball type of governor. In figure 3 the dotted line shows the new setting needed to carry the new load of 50 % at the original speed of 97 %. In practice this change in governor speed setting is done by remotely operating the governor-control motor from the switchboard. A turbine can be adjusted to carry any given load at a desired speed.

The effect of making an adjustment to the speed setting of a governor by means of the governor-control motor is to raise or lower the speed-droop curve parallel to itself. For example, if two generators have speed-droop curves like A and B in figure 4, curve A may

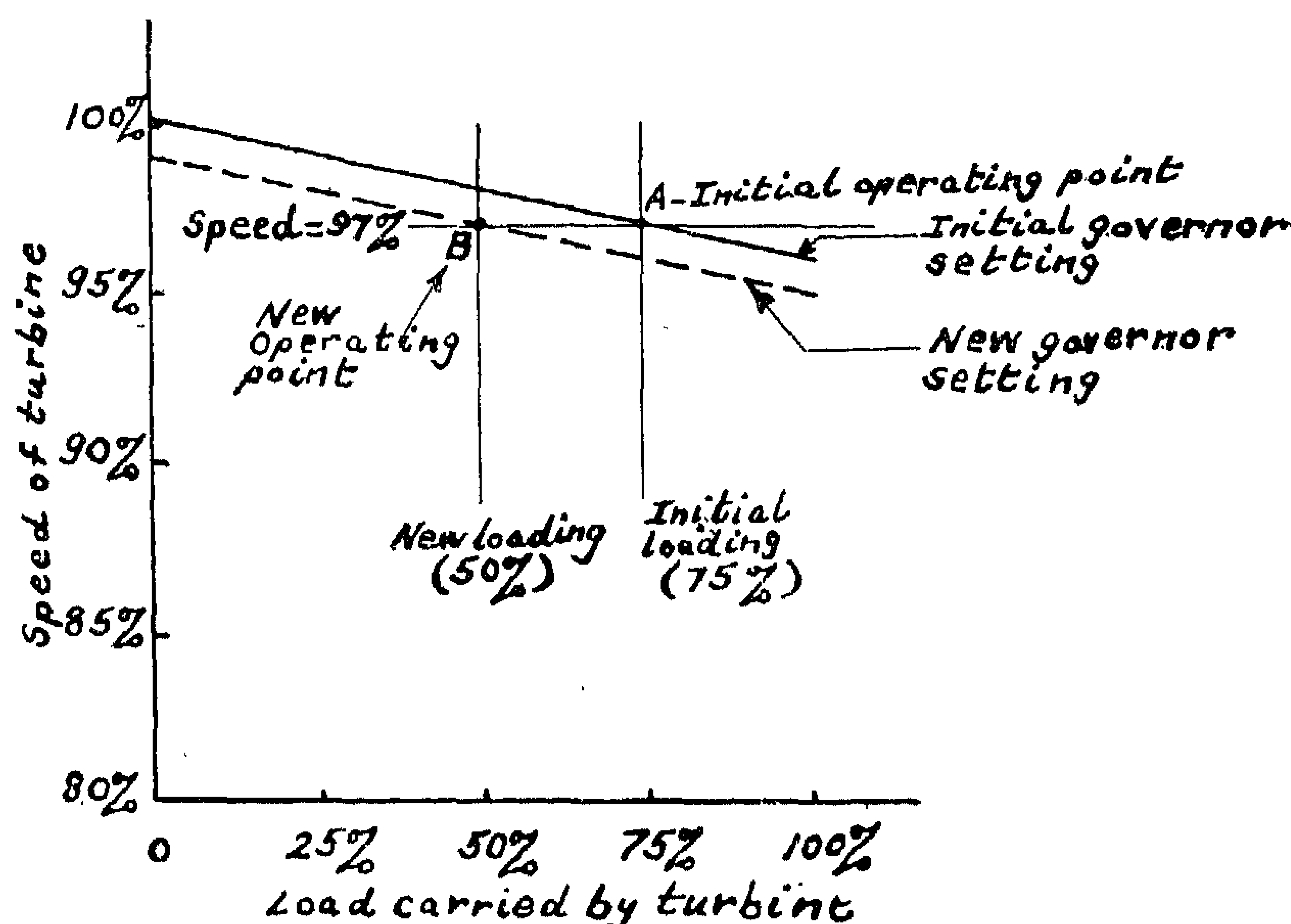


Figure 3. Basic characteristic of turbine governor, showing method for maintaining constant speed with a change in load.

from the line. Once a decision has been made to add or remove a machine from the line, the automatic dispatching system will load all operating units within a station economically within desired limits in response to a common station incremental cost signal. It is not necessary to readjust any unit outputs manually because this is done automatically by the control system.

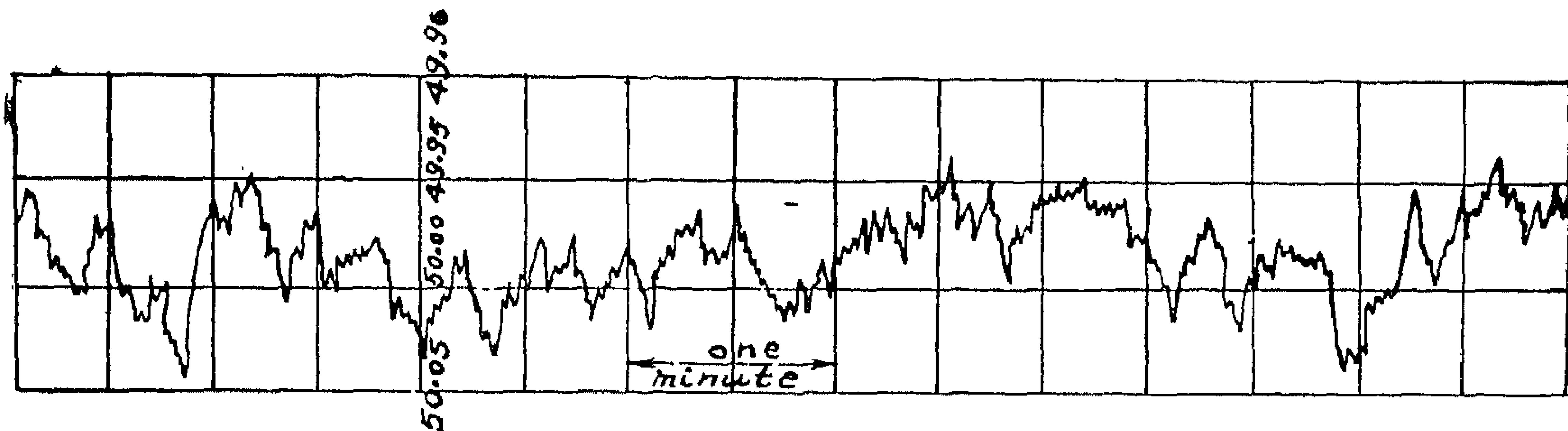


Figure 1. Copy of high speed chart of frequency of an electric power system for a 7.5-minute period.

REGULATION OF FREQUENCY AND LOAD

One of the earliest problems encountered in the operation of interconnected electric power systems is the regulation of the transfer of power between one system and another, and closely related thereto, the regulation of frequency.

A typical normal frequency curve is shown in figure 1 which shows the copy of a high speed chart of the frequency of an electric power system for a 7.5—minute period. It is clear from this frequency curve the variations from standard frequency. In the operation of a power system, the frequency of the system should remain approximately constant.

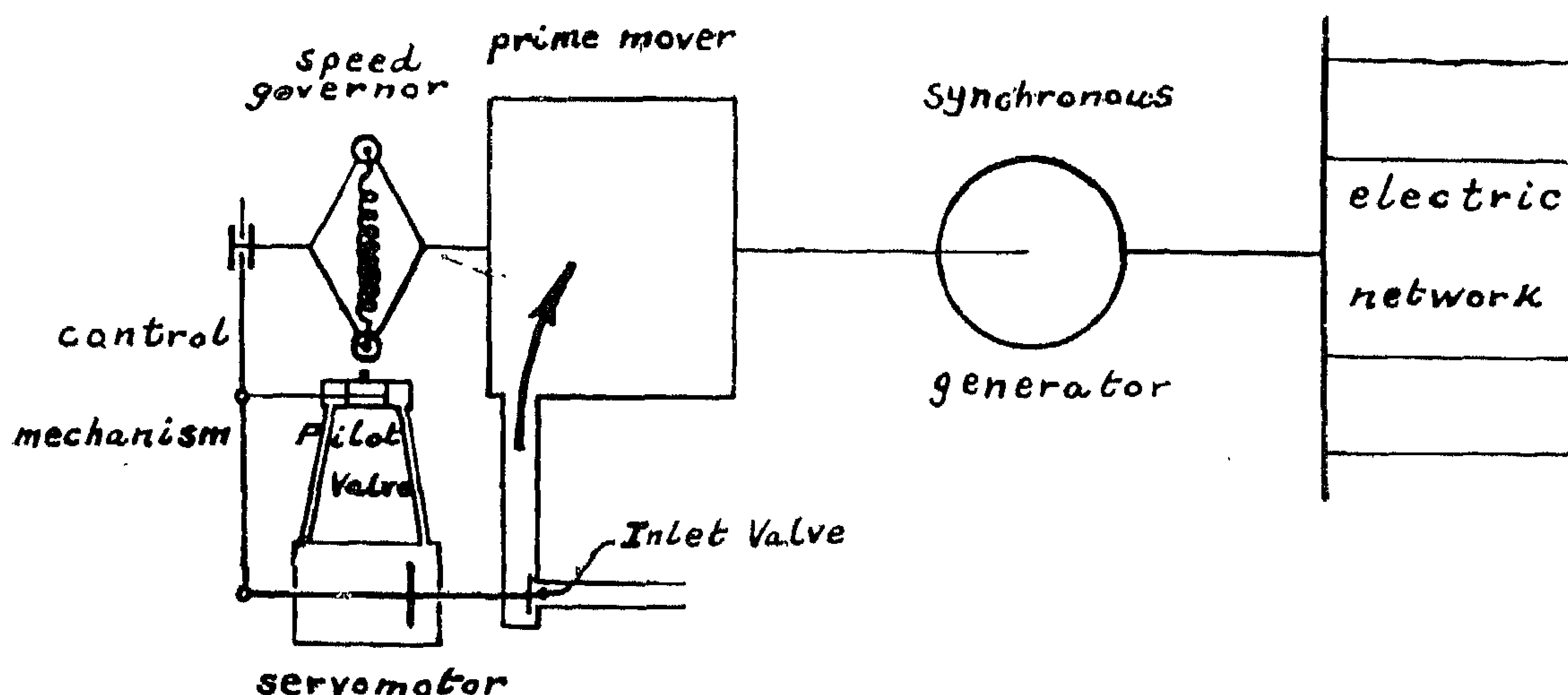


Figure 2. Prime mover coupled with synchronous generator feeding a network, showing schematic representation of speed-governing system.

PURPOSES OF INTERCONNECTION

Interconnections may be made for one or more of the following reasons :

1. Transfer of power from system having a surplus to areas of shortage.
2. Diversity of loads on different systems.
3. Diversity of stream flow and storage facilities, affecting hydroelectric generation available in different areas.
4. Pooling of reserve generating facilities, with large savings in capital cost of standby generating capacity.
5. Greater reliability of service, and resources for emergencies.
6. Convenience in arranging outages of equipment for maintenance.

For example, water which would otherwise be spilled over the dam at some run-of-river plant might be used to permit storage of water at some other plant where storage facilities are available, which in effect transfers useable energy in the form of ponded water from one river to another which may be many miles distant ; or alternatively, that water may be used to save expensive coal at some distant steam plant; or conversely, steam generation may be used to help out water-power areas in dry seasons. Diversity of loads and pooling of reserve capacity by interconnection make it possible to carry a greater total firm load on the combined systems than they could carry separately.

Control of some kind is necessary in order that the power transferred from one system to another over the interconnecting tie lines may conform to plans based on economic or contractual considerations. Tie-line load control is bound up with the control of frequency, since no one may be changed without affecting the other. Apart from its relation to load control, frequency demands close regulation on its own account; because many modern industrial processes with electric motor drives are dependent upon steady and accurate frequency.

On interconnected electric power systems, automatic frequency control is now almost universal, and automatic tie-line load control is becoming more and more extensively used. Where tie-line capacity or stability limits are critical factors, automatic tie-line load control is essential for the maximum utilization of line capacity.

ADVANTAGES OF AUTOMATIC DISPATCHING

The recognized advantages of economic loading by automatic means has stimulated a new appreciation of the merits of automatic dispatching. Economic loading is based on the concept of power from all generation sources at equal incremental cost, a principle well recognized in the electric power industry. The automatic dispatching system performs functions that eliminate the need for detailed loading schedules which are normally required to, attain this objective and, requires a minimum of attention from dispatchers and station operators. Furthermore, the timing of the operations involved in changing generation, as well as the checking of various operating conditions, is a duty that can be more efficiently handled automatically than manually. In addition numerous protective features can be included to trip the equipment off automatic control and permit manual control when power system troubles occur which are serious enough to cause excessive frequency or voltage change, or where some kind of control system failure occurs.

Increased system complexity in recent years has multiplied the burdens of system dispatchers and station operators. To relieve them of as much routine scheduling as possible, the automatic dispatching system provides an automatic control which will operate without continuous attention. It is not necessary to reset controls as either system load changes or as individual units are added to or removed

AUTOMATIC ELECTRIC POWER DISPATCHING

By

Dr. Eng. MEDHAT ADIB NASR
Electrical Engineering Department,
Faculty of Engineering, Cairo University

INTRODUCTION

The automatic dispatching operation begins with the automatic regulation of system frequency and tie-line interchange, extending through the practical methods of computing transmission line losses and station dispatch, to the end result of distributing load between various generators, and loading them on the basis of lowest incremental cost. Thus, the main objective of the automatic dispatching system is to initiate supplementary control to maintain frequency and net tie-line interchange by matching changes in load, within the system under control, with changes in generation. Moreover, sustained changes in generation to satisfy system load are executed in the most economical manner to achieve minimum practical fuel input using the accepted principle of loading to equal incremental costs of delivered power.

The increasing responsibility for accurate control as electric power systems grow, and savings to be gained by automatic economic loading, demand that careful consideration be given to the use of automatic dispatching control. Developments are now moving towards complete automatic control for electric power systems including allocation of generation, which result in better system economy as well as rapid elimination of frequency and tie-line deviations.

PURPOSES OF THE DISPATCHING SYSTEM

During the past years, based on the economic analysis of electric power generation and distribution, large-scale co-operation has been introduced between countries in the field of power production and supply. By the interconnection of power generation and distribution networks, great systems are formed which control huge amounts of power.

The efficient utilization of such international systems, as well as the power plants of the individual countries themselves, necessitate permanent supervision by dispatching. Obviously, the respective control office must co-operate with the dispatching centres of the individual national power generation and distribution networks, i.e. with the control rooms of districts of certain capacities or even with the smaller power generating plants. Thus an efficient electric power demand and supply control system is established, the main purpose of which is to respond readily to the varying demands of industry and other power consumers, maintaining, as far as possible, the most efficient operation of the whole involved power generation and distribution system.

Further purposes of the dispatching system are to distribute the power according to the transmission possibilities offered by the available lines, to plan the production of and demand for power in the future, according to experiences gained in the past, to ensure efficient co-operation between all the interconnected power generation networks and/or plants, and finally, in the case of a breakdown or accident, to ensure the quickest possible re-establishment of equilibrium in the electric power system.

Table (5) Spells of low wind at Mersa-Matrouh

Duration of spell	No. of spells												
	Jun.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
from 1-4 hours	20	24	24	24	7	22	23	16	11	5	25	27	228
5-8	4	9	7	7	3	5	10	7	2	7	10	4	75
9-12	—	4	4	3	6	5	4	7	4	7	2	2	48
13-16	1	4	4	1	5	5	4	5	4	1	1	3	38
17-20	—	1	—	4	11	3	1	5	6	5	2	1	39
21-24	—	—	—	2	—	1	—	2	3	2	1	—	11
over 24 hours	2	1	—	—	2	1	—	—	3	2	2	2	15
Longest Spell :													
Duration in hours	45	34	16	24	42	37	18	23	90	34	48	41	
Monthly period during which turbine stops.													
Period in hours	142	249	205	253	449	321	214	358	483	354	302	224	3554

Table (6) Percentage of usable energy that can be extracted by a propeller turbine at Mersa-Matrouh.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Percent	99.7	96.4	97.6	96.3	72.2	90.3	94.8	86.6	69.8	85.8	96.2	98.1

Recommendations :

There is ample wind power on the Red Sea coast and thus more than adequate justification for making use of it. A detailed investigation must be made into the exact amount of power likely to be available there. In the programme of the developement of wind machines one is always confronted with many difficulties some of which are of an unexpected natutre, therefore when and not until sufficient experience has been gained with a pilot plant that it will be possible to solve the long list of mechanical or electrical problems and introduce the necessary modifications to suit local conditions before the practical propeller wind turbine can be produced to be installed along the Red Sea coast.

Because the supply of energy is depending on the wind it will be intermittent, thus the storage of energy constitutes a major problem. In finding suitable methods for storing energy, new techniques may be evolved. Three valuable informations obtained from operating the pilot plant will be its annual output, its degree of reliability and the choice of the method of storage on an economical base.



during winter time. There are only eight of these stretches that lasts for more than one complete day, 5 of them are during winter time. The whole number of hours in the year during which the wind turbine stops are 2048 hours which constitutes about 23% of the year. If a critical speed of 8 Km/hr is chosen below which any turbine will yield no appreciable power, i.e. the calculated ideal usable energy will represent the maximum possible energy that can be extracted from the wind there, the monthly percentage of this amount as can be extracted by an ideal propeller turbine with a cut in speed of 16 km/hr is given in table (4) with percentages lying between 93.8 and 100 %. This shows that the so said disadvantage of the high cut in speed for this type of turbine is not a real snag that can hinder the use of a propeller turbine at a site like Hurghada.

For comparison with one of the windiest stations on the Northern Coast namely Mersa-Matrouh, corresponding values are given in table (5) showing the frequencies of occurence of continuous stretches of spells of low wind below 16 km/hr. The longest period during which the wind speed continued to be below 16 km/hr. is 90 hours and this took place in September. The number of these stretches that lasts for more than twelve hours are 103, twenty five of them are during winter time and the stretches that lasts for more than one day are 15, seven of them are in winter. The whole number of hours in the year during which the turbine stops are 3554 hours which are about 40% of the year. The monthly percentages of the ideal usable energy with a critical speed 8 km/hr. extracted by a propeller turbine are shown in table (6) with percentages lying between 69.8 and 99.7%.

Table (3) Spells of low wind at Hurghada

Duration of spell	No. of spells												
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
From 1-4Hours	13	19	18	17	23	13	14	24	9	16	21	21	208
5-8	4	7	8	5	7	5	3	5	4	3	6	6	63
9-12	2	3	3	1	3	4	2	1	1	2	6	—	28
13-16	1	—	1	1	3	2	3	1	—	2	2	3	19
17-20	1	1	1	—	—	2	2	1	—	—	1	1	10
21-42	—	1	—	2	2	—	1	—	—	—	—	—	6
Over 24 Hours	2	—	—	2	—	—	—	—	1	—	1	2	8
Longest Spell :													
Duration in hours	60	21	19	100	24	20	21	20	25	15	25	46	
Monthly period during which turbine stops													
Period in hours	195	158	146	277	206	165	177	125	75	95	211	218	2048

Table (4) Percentage of usable energy that can be extracted by a propeller turbine at Hurghada.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Percent	98.6	98.2	100	97.9	97.8	99.9	99.9	90.1	99.9	93.8	97.0	98.4

Table (2) Average daily volume of fresh water.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Vol. m^3	523	558	572	573	531	620	863	183	678	191	253	339	490

ly towards the afternoon. This is suitable for the purpose of converting sea water into fresh water to cover the daily requirements of normal living. The high values of wind speed occurs in the morning hours when the need for water is high. The wind regime for Mersa-Matrouh is shown in Fig. (4). The ratio "α" is here having its maximum at noon and there are only two periods (1) from Nov. to March and (2) from April to Oct., the first having its minimum at 6 p.m; and the second at 9 p.m. this will be suitable for a wind turbine used for pumping water from underground for irrigation purposes; for the period (I) during winter short days high values of "α" occures in the range 6 a.m. to 3 p.m. and for the period (2) during long summer days, high values of "α" occures in the range 5 a.m. to 6 p.m.

Spells of low wind :

The propeller turbine that is suggested to be installed at the selected sites has the disadvantage of a high cut in speed. Even though with this difficulty Hurghada shows to be one of the most dependable stations. This is clear from table (3) where frequencies of occurence of continuous stretches of such spells where the wind speed is below 16 Km/hr. are counted from the hourly wind speeds for the year 1968. These values are grouped into spells of 1 — 4, 5 — 8, 9 — 12, 13 — 16, 17 — 20, 21 — 24 hours and more than 24 hours. The longest period during which the wind speed continued to be below 16 Km/hr is 100 hours and this took place in April. Only 43 of these stretches which lasts more than half a day occure during the whole year, 18 of them are

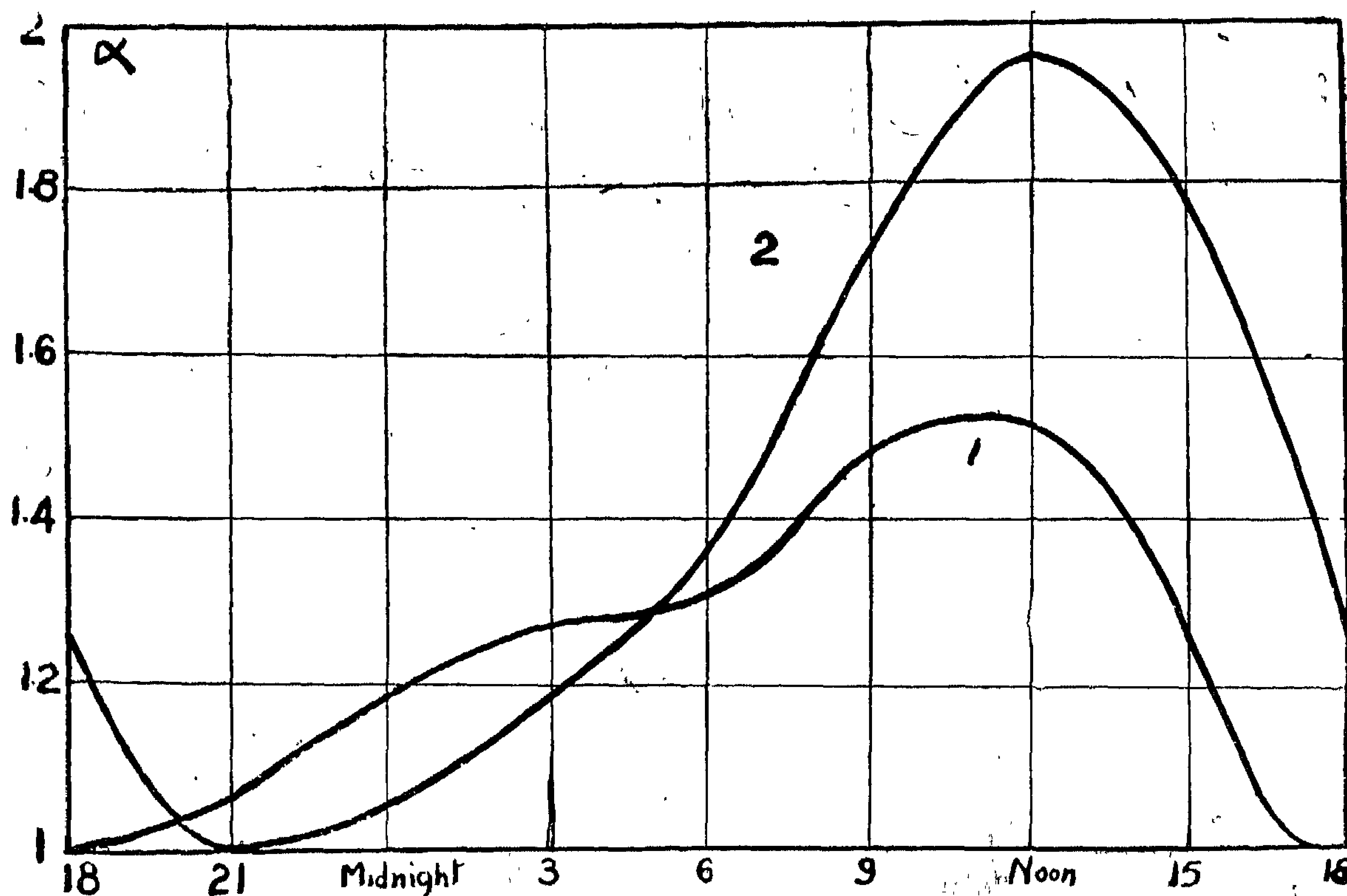


Fig. 4. — Wind regime at Mersa Matrouh

Table (1) Daily theoretical volume of water obtained by a propeller turbine of a swept area 100 m² placed at Hurghada.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.,	Nov.	Dec.
1	212	501	1054	98	—	244	201	239	1216	269	—	—
2	322	570	813	—	—	89	181	163	1101	550	119	560
3	645	1589	108	—	979	421	373	—	447	474	181	438
4	288	1101	1303	2356	1735	1268	880	—	150	413	196	163
5	181	540	826	1024	108	1321	679	—	456	159	163	—
6	397	138	—	119	269	601	511	—	656	130	181	—
7	222	—	—	656	—	373	222	—	122	196	212	373
8	269	—	—	775	269	465	308	—	—	105	456	98
9	1117	—	—	1528	—	239	570	—	813	206	763	474
10	288	—	866	813	322	244	788	—	853	936	146	95
11	336	852	1470	130	281	102	465	—	922	520	288	105
12	—	840	2278	—	530	115	1101	108	726	172	—	98
13	—	—	1890	623	92	115	1413	—	826	126	—	—
14	—	501	294	177	—	474	979	—	1200	257	—	—
15	322	690	81	—	122	1572	1268	322	511	263	365	—
16	1009	81	894	994	813	381	2278	159	1134	397	365	—
17	1303	126	667	1451	447	483	2546	—	1692	430	150	438
18	880	1054	186	—	—	880	2102	365	1413	102	397	1086
19	690	397	228	177	206	122	950	222	1166	—	269	623
20	994	343	186	750	—	294	570	—	702	—	—	1251
21	1183	954	322	738	—	—	591	315	1321	—	—	—
22	89	—	154	—	601	201	922	591	702	—	601	358
23	—	322	217	—	2176	1913	1735	738	714	115	570	2078
24	994	1609	788	1101	1959	2151	1959	288	83	—	679	750
25	580	667	405	894	994	1183	1233	89	177	—	389	329
26	750	430	979	483	750	826	196	275	206	—	447	601
27	690	373	520	501	994	965	—	580	201	89	329	89
28	405	1959	430	979	413	560	108	89	269	—	201	—
29	813	—	483	813	813	634	530	—	301	—	130	—
30	591	—	185	—	1251	358	702	421	269	—	—	239
31	634	—	108	—	329	—	397	714	—	—	—	257

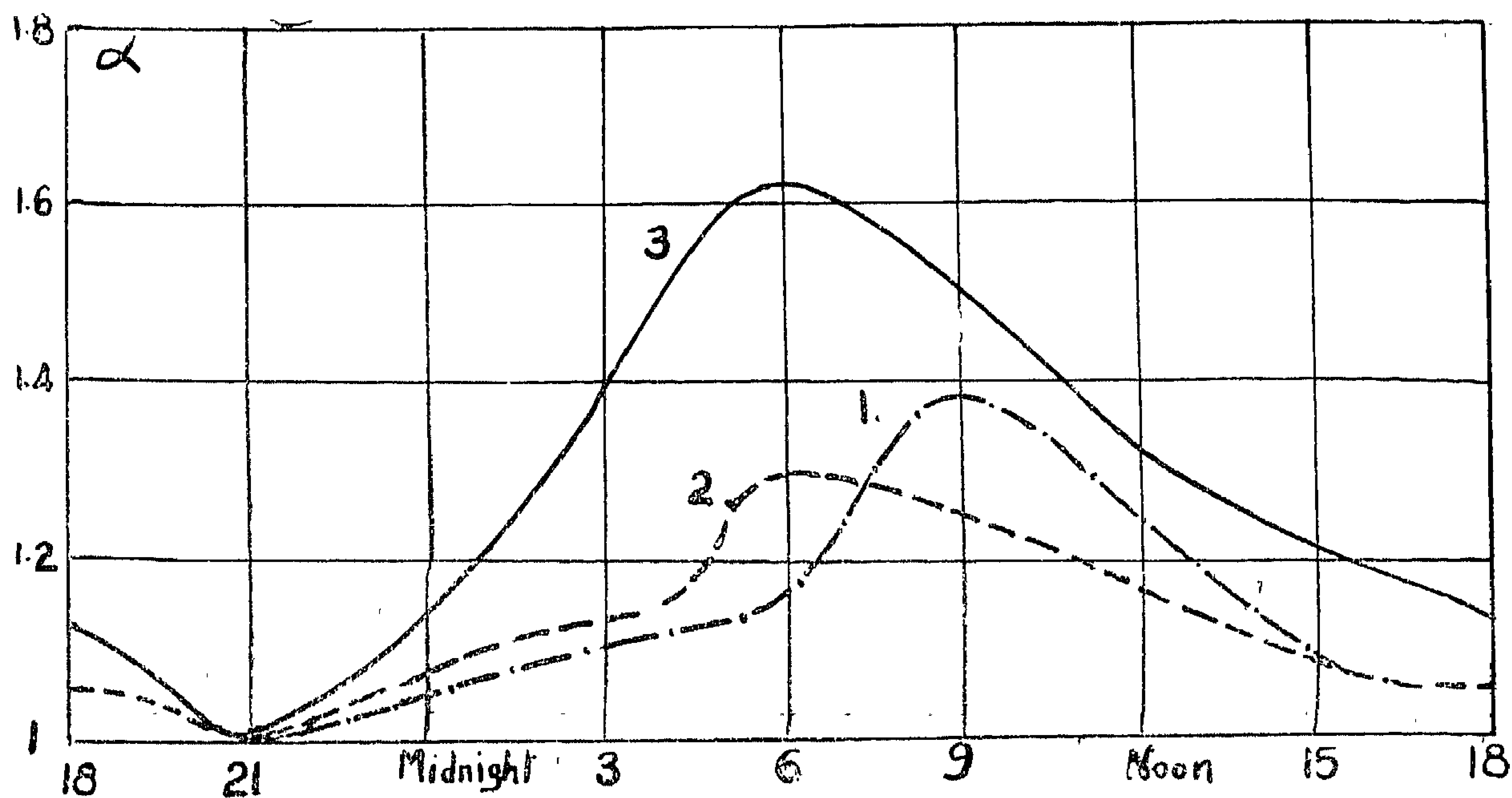


Fig. 3. — Wind regime at Hurghada

frequencies of occurance of different speeds for the year 1968, the annual velocity duration curve is drawn in Fig. (1). This curve will give the number of hours in the year when speeds exceeding different values are reached. The cube of these velocities will be a representative of the annual energy output over the operating range of wind speeds. The velocity duration curve of Mersa-Matrouh is shown in Fig. (2) for comparison bearing in wind that the mean wind speed in Hurghada is 22 Km/hr and that in Mersa-Matrouh is 19.5 Km/hr. Since the velocity duration curve will define the relation between the specific output for a given operating range and the mean wind speed, it is clear then that Hurghada is a promising station when the intelligent designer best chooses the rated wind speed that suits the wind regime at this site. For a smaller specific output for a certain mean wind speed, there is the advantage of a higher rated wind speed that a given power capacity for the machine can be obtained with a smaller motor.

Estimated energy output at Hurghada :

Using the frequencies of occurence of different speeds for one of the windiest years (1967), the ideal energy (with a power coefficient = .595) are calculated in K.W.H. for a propeller type wind turbine with a swept area = 100 square meters. The daily values of energy are used to calculate the theoretical quantity of water that can be obtained by salt removal from sea water. If the theoretical energy required for salt water purification is taken to be .97 K.W.H. / m^3 of fresh water produced from sea water, the daily theoretical volume of water obtained by the propeler turbine are shown in table (1). The daily values are given so as to compare the daily and monthly averages and the average daily output for the whole year. The average daily output for each month is shown in table (2). The largest output is in July and is quite high from January to July. The lowest quantity of water is 81 m^3 taking place on 15th. March and the highest is 2546 m^3 taking place on 17th July. As compared with the mean yearly value of 490 m^3, it can be stated that the problem of storage is not acute. Fresh water can be stored in tanks of moderate size for use when needed.

Wind distribution in time during the day :

In finding how the wind speed is varying during the whole day, the wind speeds were obtained from the Meteorological Departement for the years 1952 to 1968. These values are the mean monthly speeds for every three hours during the day : at night, 3, 6 and 9 a.m., at noon, 3, 6 and 9 p.m. The ratio "α" of the wind speed during the whole day and its minimum value is calculated. This gave an allowence for the approximate grouping of the wind regime during the day into three periods as shown in Fig. (3) : (1) from Nov. to Feb. (2) from March to June and (3) from July to Oct. These periods have a common factor that the minimum value of wind speed is occuring at 9 p.m. The highest value of "α" during the period occured at 6 a.m. for two of these periods and at 9 a.m. for the third period decreasing gent-

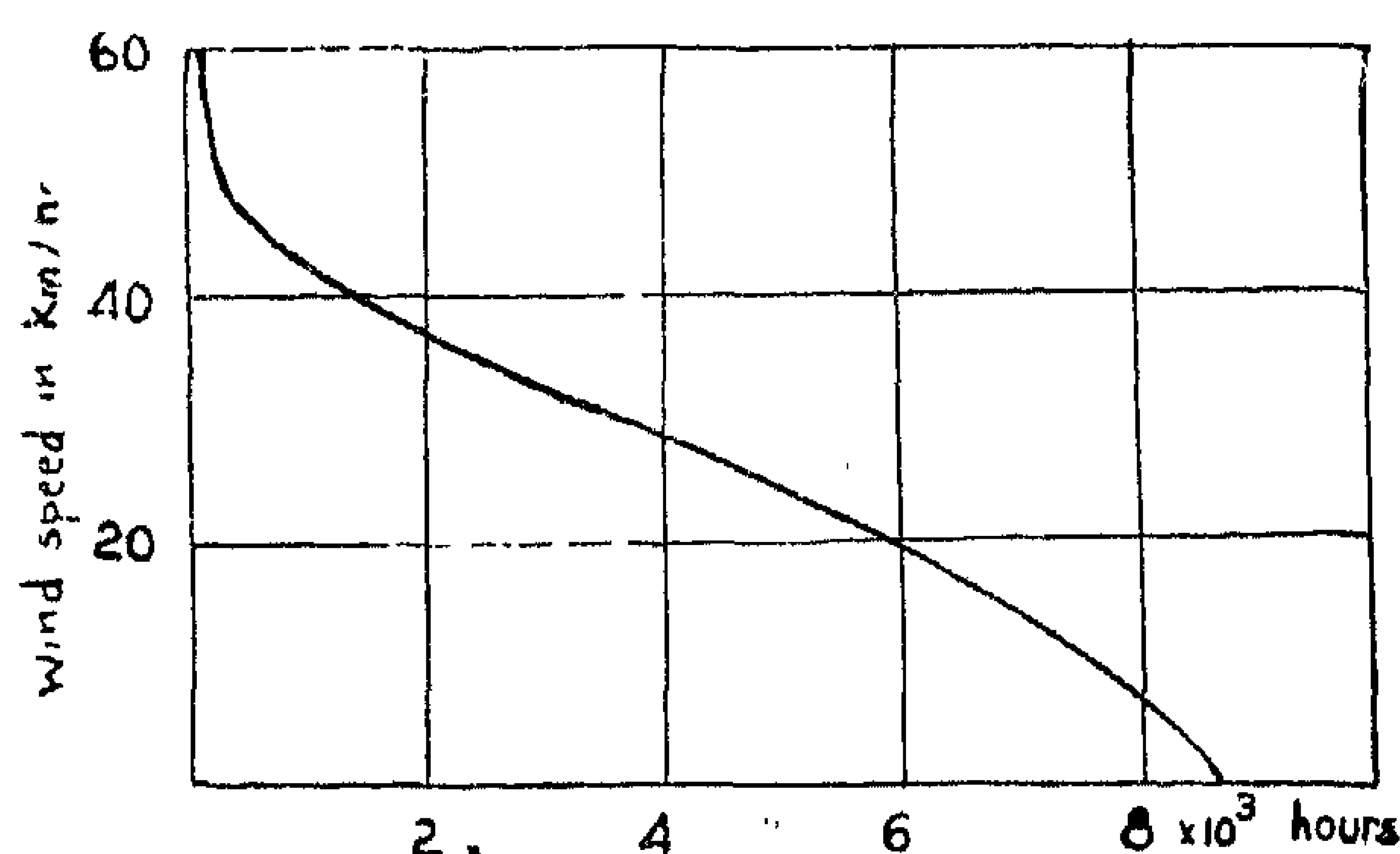


Fig. 1. — Hurgada velocity duration curve.

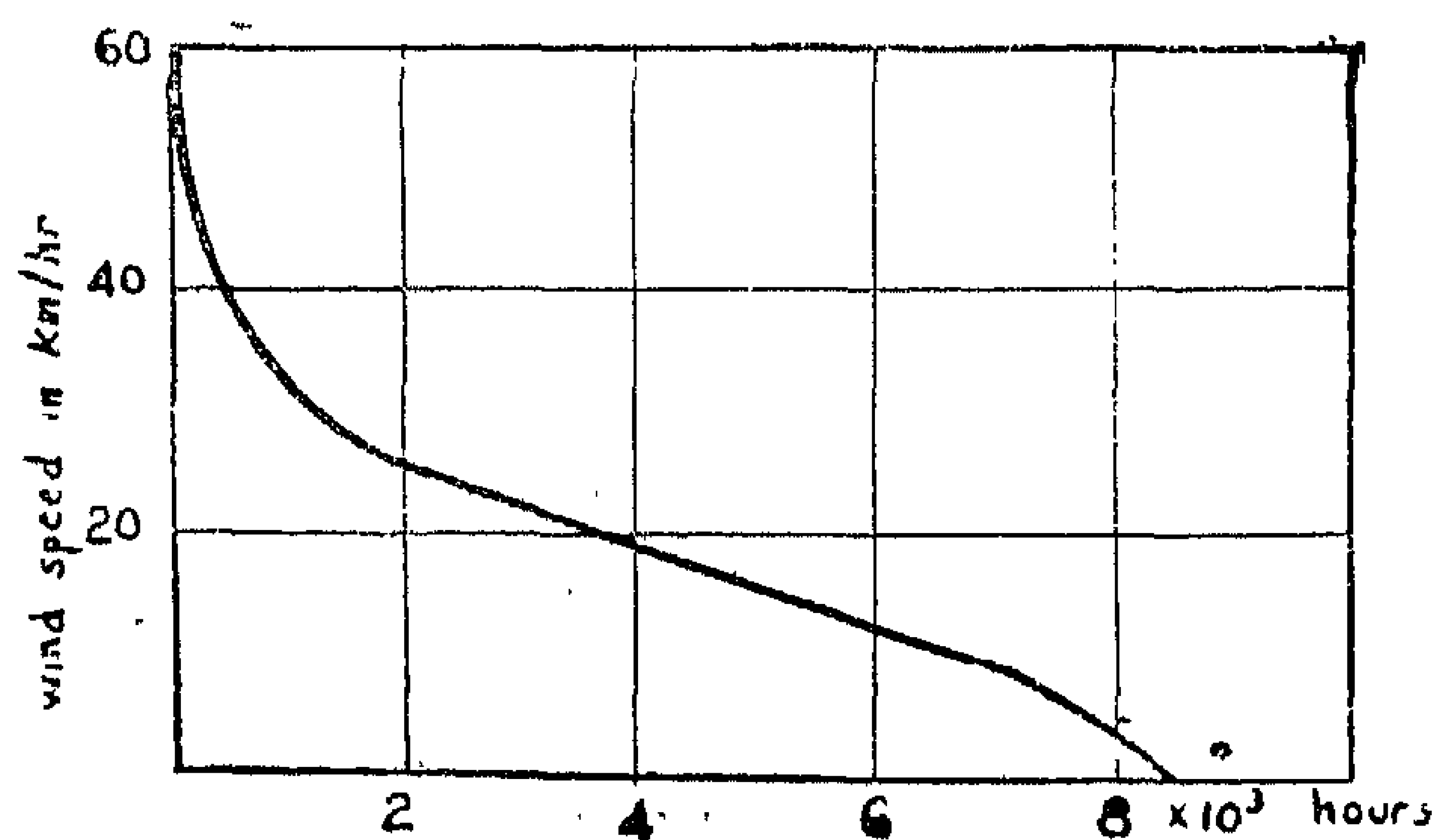


Fig. 2. — Mersa Matrouh velocity duration curve

«A PROJECT OF A WIND POWER GENERATING STATION OF THE RED SEA COAST»

By

M.F. ABDEL AZIZ, Ph.D.,
Asst. Prof., Faculty of Engineering,
Cairo University.

SUMMARY

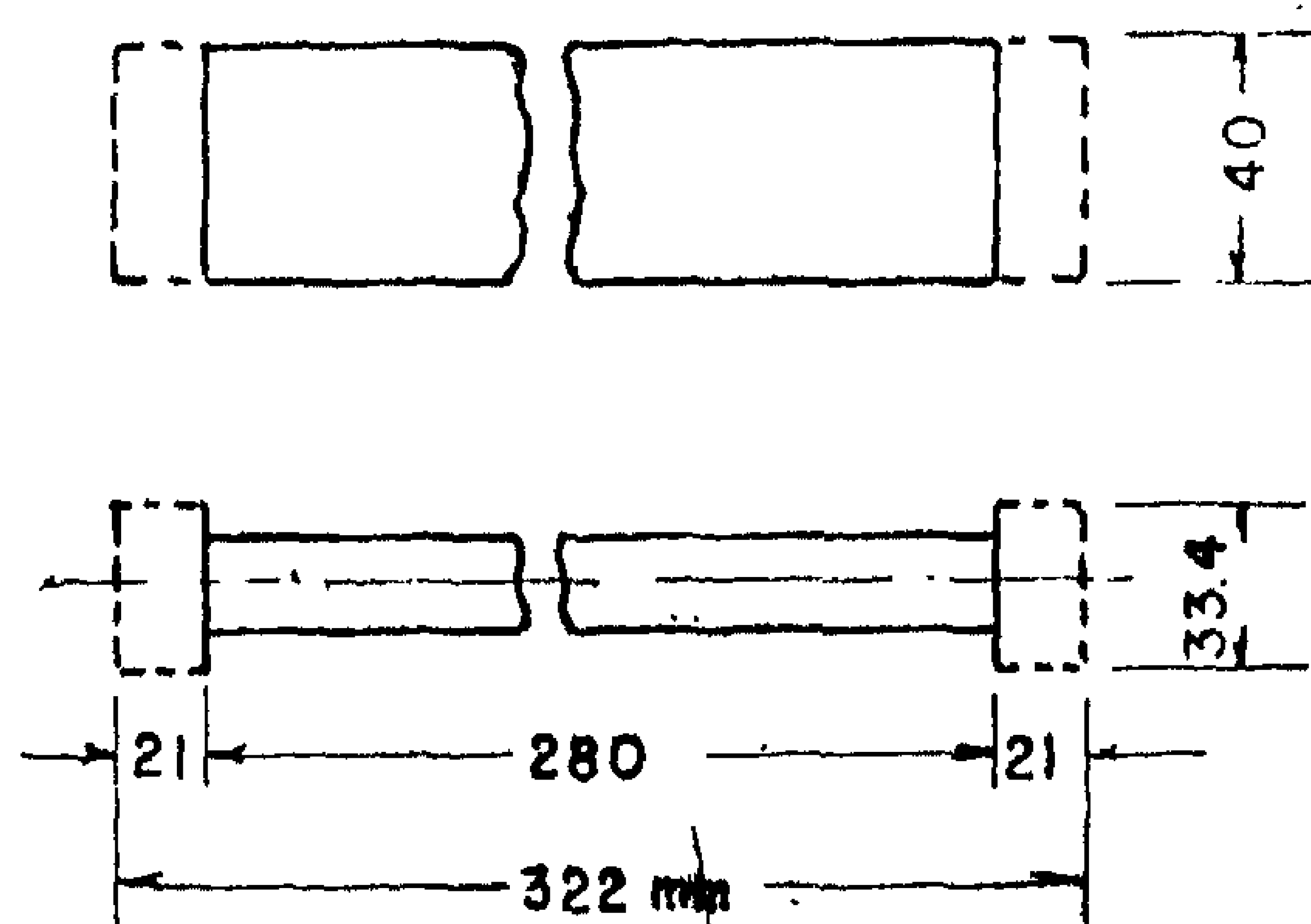
The energy that can be obtained from an ideal wind turbine at Hurghada on the Red Sea coast is calculated and is compared with the energy that can be obtained at a selected site on the Northern Coast namely Mersa-Matrouh one of the windiest stations there. It is found that Hurghada is a dependable place for wind power generation. As the turbine to the used is going to be of the propeller type; a study for the frequencies of low wind chosen to be 16 Km/hr is made to check the dependability of the wind as a source of power. The velocity regime during the day and night is grouped in three periods during the year showing a minimum for the speed to occure always at 9 p.m. and a maximum varying between 6 and 9 a.m. This is most favourable for the purpose for which the turbine is to be installed. Wind power cannot make any contibution to the arid areas need for energy until a pilot plant be erected in site when the results for a one year run is expected to give an answer for all questions. A long term programme will therefore be needed to gain a good deal of information which will also be useful to industry.

Introduction .

The world is now driving towards the opening of arid areas for large scale settlement, the U.A.R. is no exception of that, but the shortage of water in these areas of moderate climate with little or even no rainfall around the year makes living there imposible. The formation water found in the areas along the western coast of the Red Sea are unusually saline while springs in the area are scarce. The provision of fresh water to cover the daily requirements of the inhabitants to live there is not an easy matter. For the isolatetd locations near the sea, salt water purification is often much more economical than the transportation of fresh water to these sites. The problem of desalting is closely related to the problem of energy supply. There is no uncertainity about the vast quantity of energy in the wind with which we can benefit of for salt water purification. One of the most favourable sites for wind power utilisation is Hurghada on the Red Sea coast. This place is selected as an example of a site on the Red Sea coast for studying the possibiliy to install a propeller type wind turbine there for the purpose of using its energy output to convert the salt water into fresh water.

Velocity duration curve :

The most important factor to be considered before proceeding with the installation of a wind turbine is to have an hourly record of the wind speed at this site. This is because the estimate of the output of the wind machine on the base of the mean monthly wind speed cannot be considered a good enough index. The hourly values of wind speed at Hurghada and at Mersa-Matrouh a station used for comparison are obtained for the year 1968 from the Meteorolgical Departement together with the mean daily wind speed for the last ten years (1959—1968). With the



(Fig. 10)

REFERENCES

1. Hartman J.B., Dynamics of Machinery, McGraw Hill, 1956.

2. Shigley J.E., Dynamic analysis of machines, McGraw-Hill, 1961.

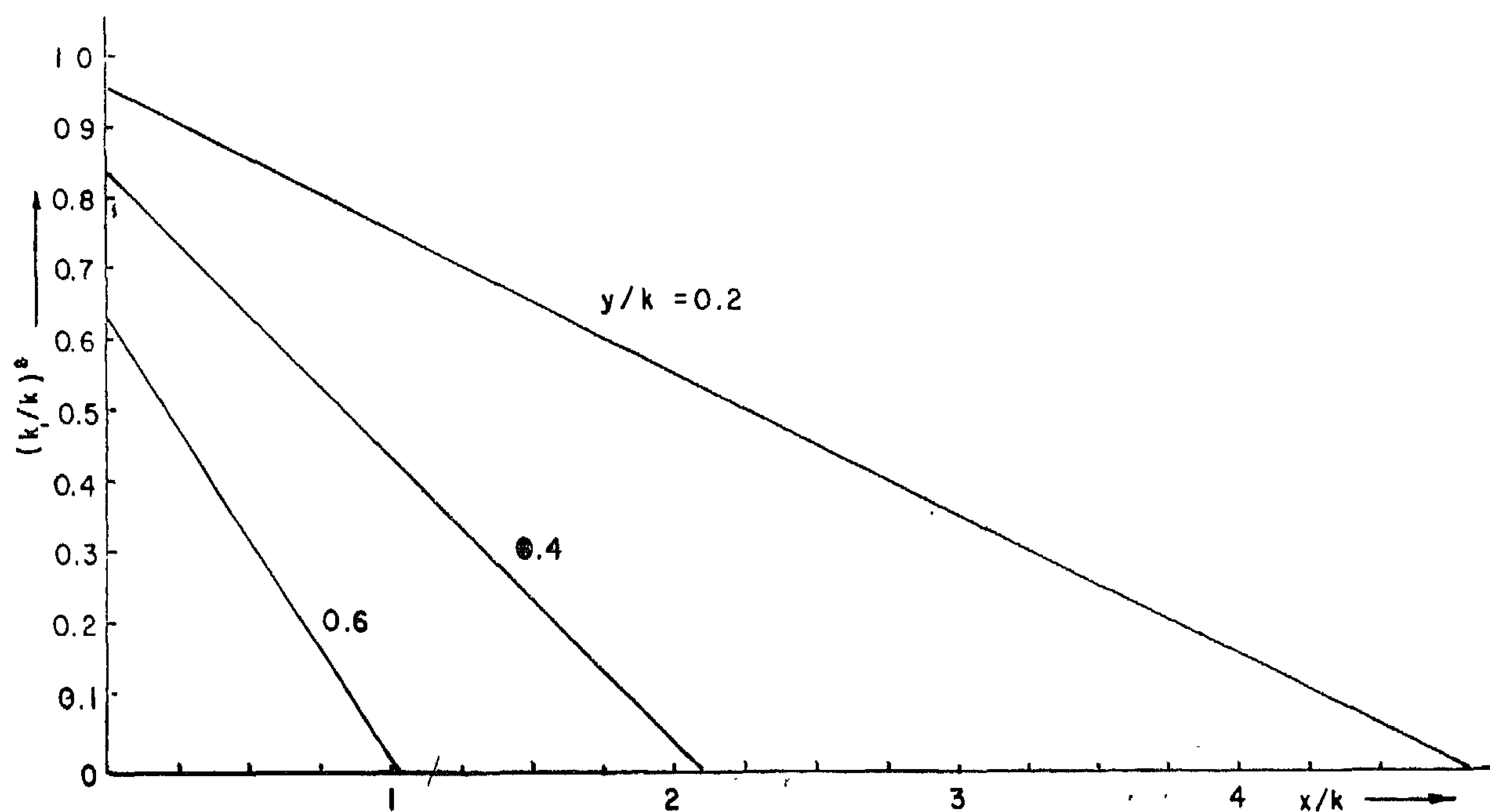
3. Hannah J., Mechanics of Machines, Edward Arnold London, 1963.

4. Bevan, T. The Theary of Machines, Longmans, Lond., N.Y.,

5. Berkof, R.S. and Lowen G.C. "The new method for completely force balancing simple linkage" Trans. ASME, J. of Eng. for Ind., Vol. 91, Feb. 1969.

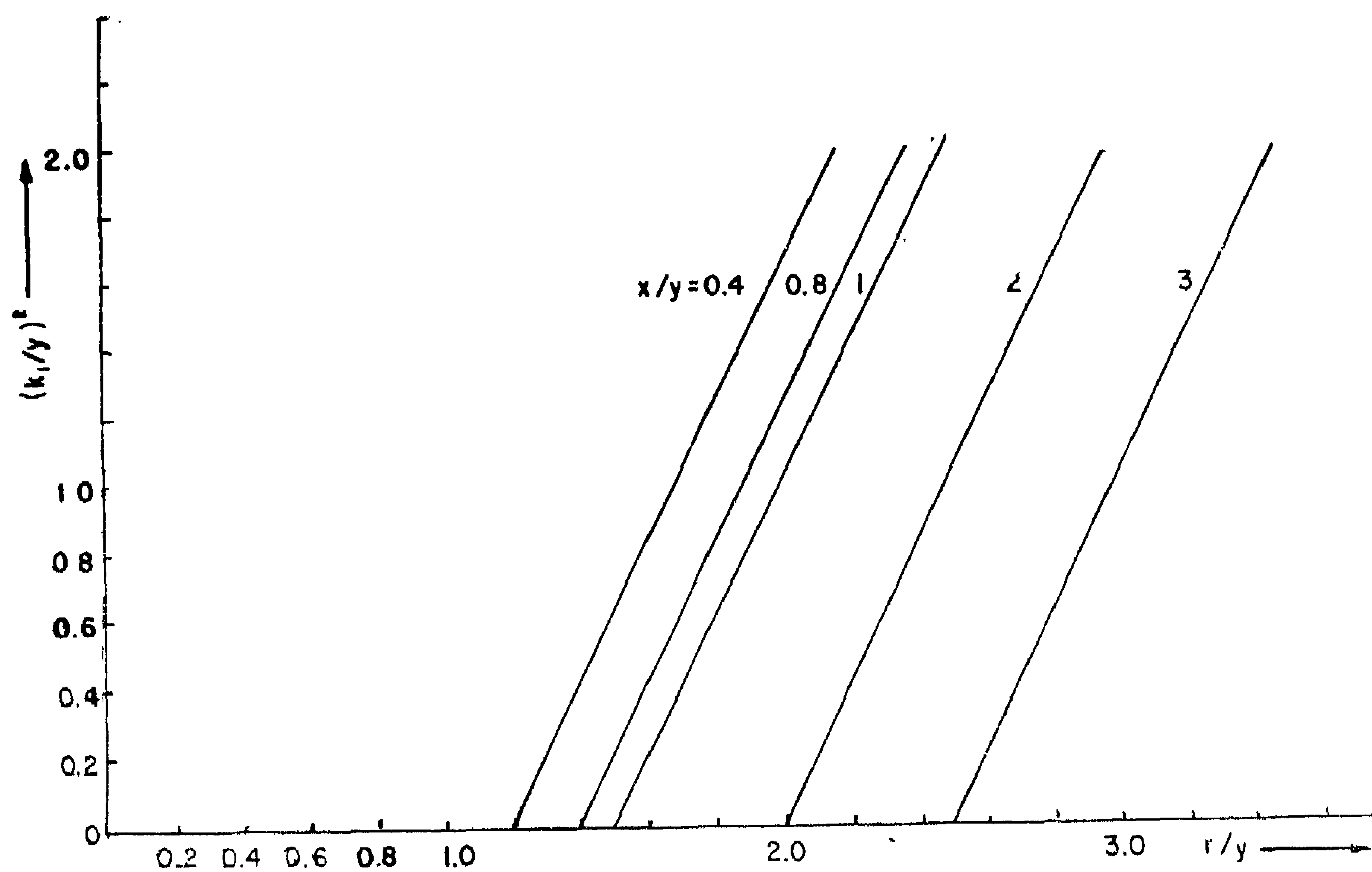
6. Joseph Ku, Trans. ASME. J. of Eng. for Ind. Vol. 91, Feb. 1969.





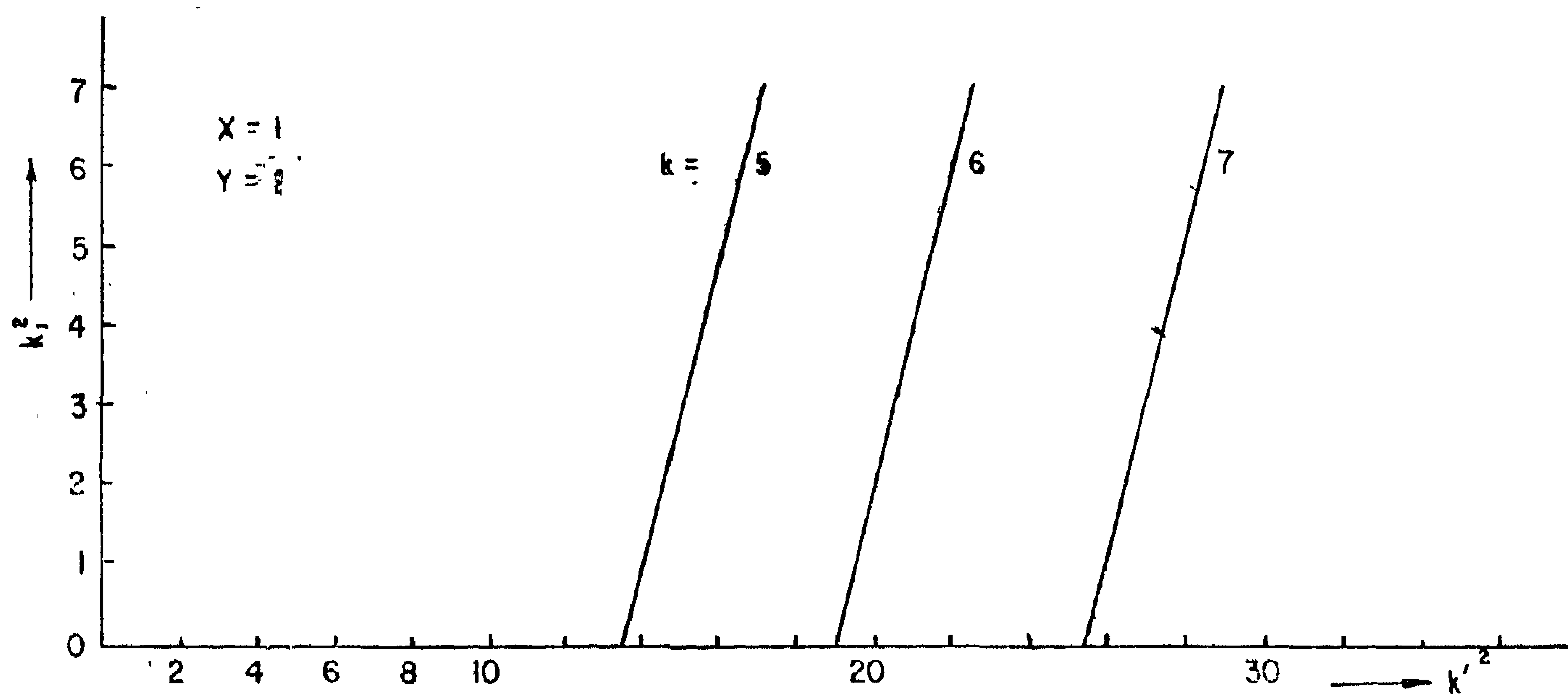
$(k_1/k)^2$
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1 0
y / k = 0.2
0.4
0.6
1
2
3
4
x/k

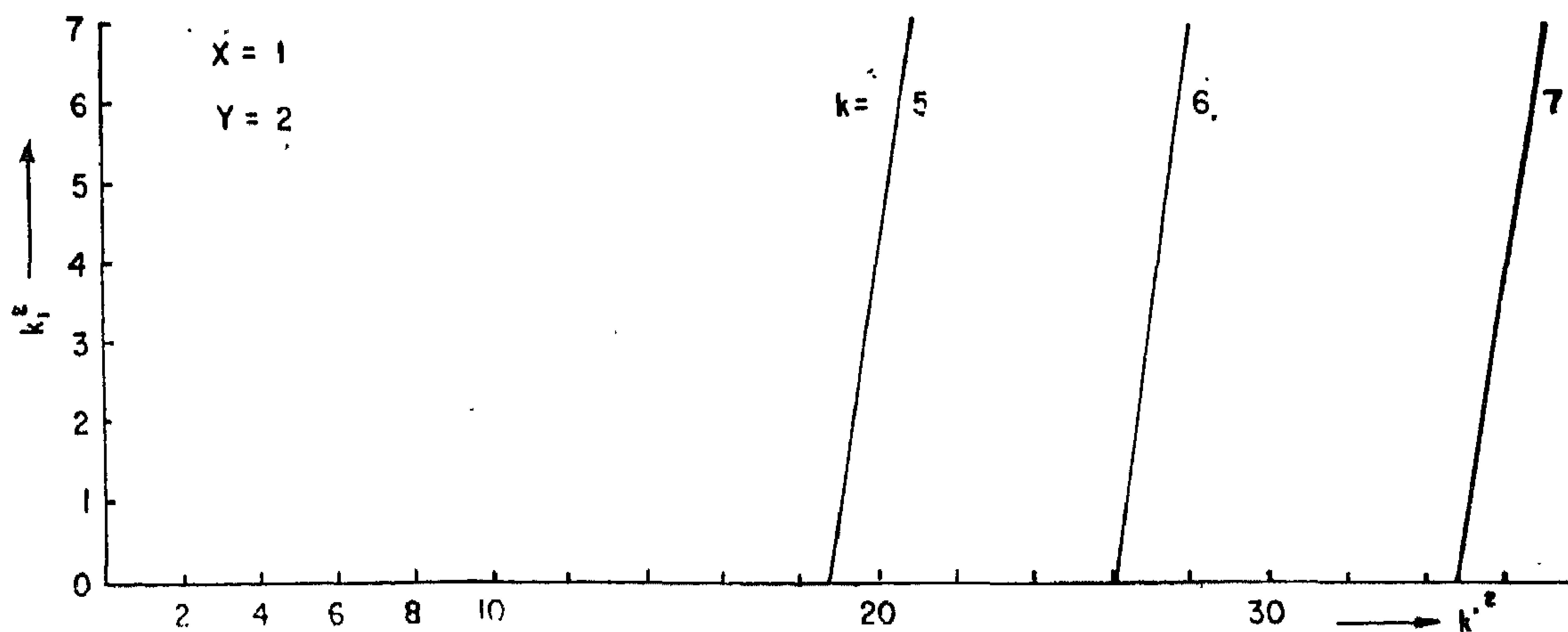
(Fig. 8)

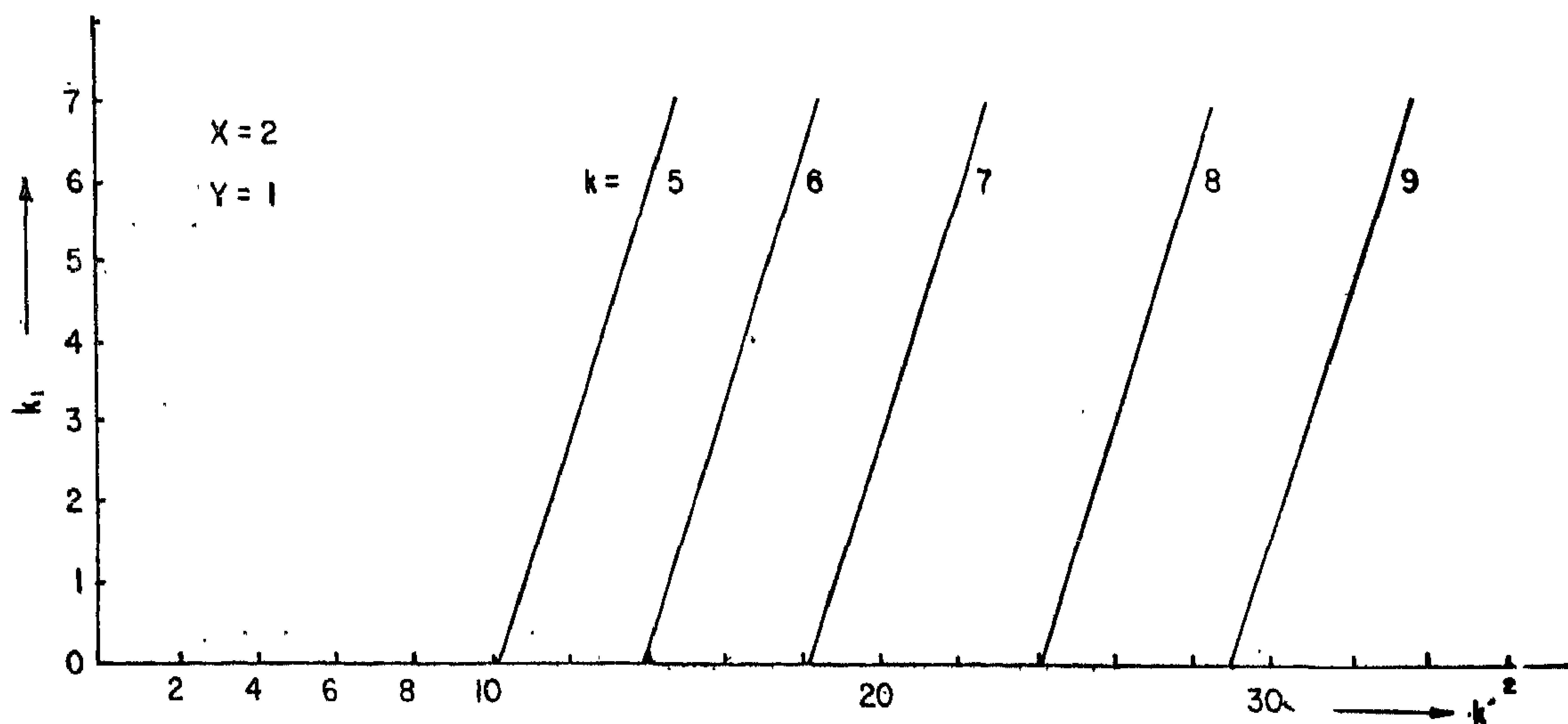


$(k_1/y)^2$
0
0.2
0.4
0.6
0 8
1 0
2.0
x / y = 0.4
0.8
1
2
3
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
2.0
3.0
r / y

(Fig. 9).


X = 1
Y = 2
k = 5
6
7
k_1^2
0
1
2
3
4
5
6
7
2
4
6
8
10
20
30
k'^2


X = 1
Y = 2
k = 5
6
7
k_1^2
0
1
2
3
4
5
6
7
2
4
6
8
10
20
30
k'^2


X = 2
Y = 1
k = 5
6
7
8
9
k_1
0
1
2
3
4
5
6
7
2
4
6
8
10
20
30
k'^2

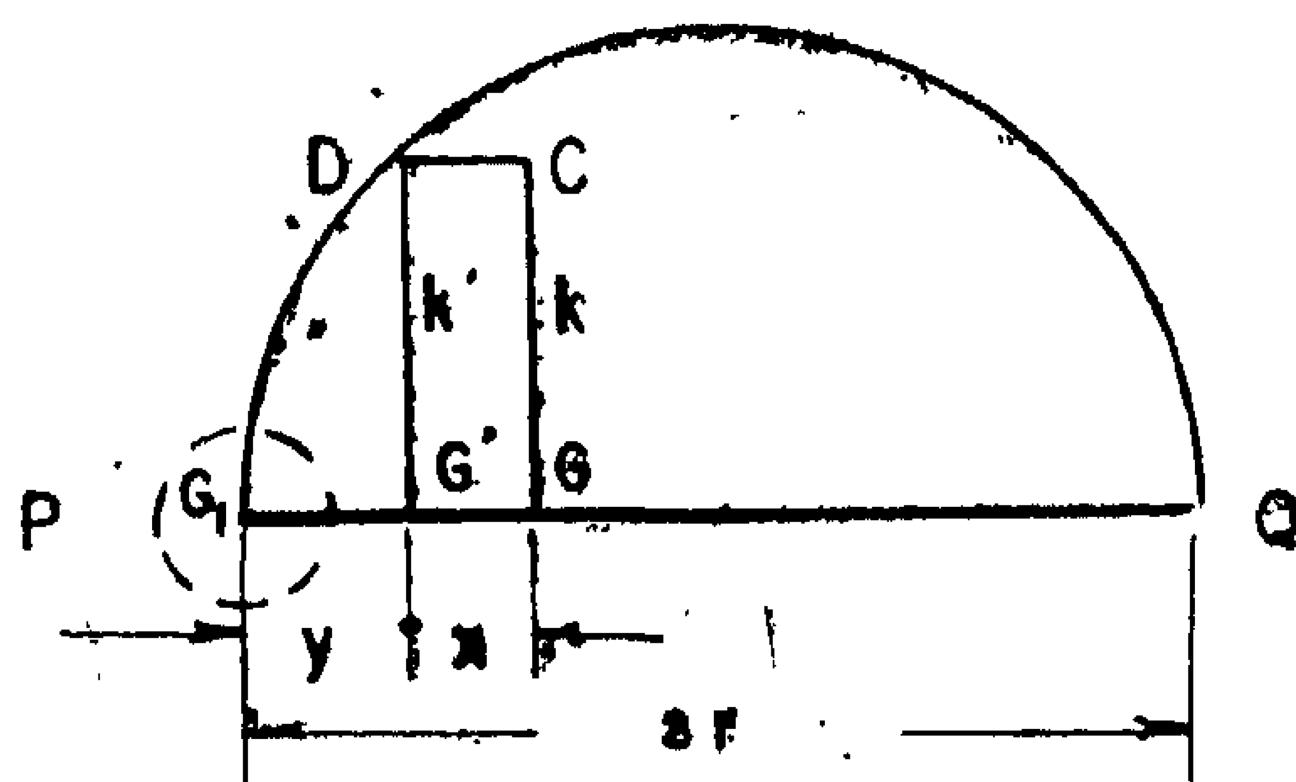
(Fig. 7)

Substituting in III, it will be reduced to

$$\left(\frac{k_1}{k}\right)^2 = 1 - \frac{xy}{k^2} - \left(\frac{y}{k}\right)^2 \quad \text{.........} \quad (IV)$$

Also, if G_1 coincides with P fig. (6), then $k^2 = y\ (2r—y)$, and (IV) will be reduced to

$$\left(\frac{k_1}{y}\right)^2 = \frac{2r}{y} - \frac{x}{y} - 2 \quad \text{.........} \quad (V)$$



(Fig. 6)

For the above special cases, k_1 can be determined from IV and V or from figs. 7 and 8.

To get read values for k_1 from (IV), $k^2 > y\ (x + y)$ and from (V) , $2r > (x + 2y)$

Illustrative example :

A uniform link of rectangular cross section 20 × 40 mms, length 280 mms, distance between centers PQ = 200 mms.

a) Applying relation (1)

For $\frac{M}{m}$	4	3	0.2
k_1 cms	15.2	14.1	10.3

b) Applying relation III, taking x = 1 cms.

For $\frac{M}{m}$	4	3	0.2
k_1 cms	14.4	13.6	10.25

c) Apply relatiton V, m = 1.38 M,

k_1 = 4.95 cms.

Modifications in the link.

For $\frac{M}{m} = 4$, $k_1 = 15.2$, can be attained by modifying the link to the dimension shown in fig. (10).

Note :

For this link, it is also possible to change the radius of gyration from 8.15 to 10 cms, keeping the cross section constant, by altering its length from 280 mms to 344 mms and in this case the ratio $\frac{M}{m} = 4.38$.

Conclusion :

From the above analysis, it is clear that with this new method it will be possible to make complete balance for the floating link in the four bar mechanism having turning pairs by rotating masses only and thus complete balance for the mechanism can be done with rotating masses, when the driving and driven links are rotating with constant speeds, e.g. locomotive coupling rod, and if one them is rotating with variable speed there will be an inertia couple to be added to the couple acting on it. In such a case the application of this method depends on the effect of this new inertia couple on the input or output couple.

Also from the series of curves shown in Figs. 3, 7, 8 and 9, it is clear that the necessary modifications required in the shape and mass of the floating link will be minor changes in some cases, while in other cases they will be major modifications, but obviously the application of the method depends on the extent of the severety of the forced vibration of the frame.

4. — Changing the radius of gyration of the link from k to k′ can be attained by modifying the shape of the link and adding a certain mass with a certain radius of gyration k_1. The magnitude of the mass to be added and its radius of gyration, i.e. its shape, can be determined from the following relations :— Refering to Fig. (2).

$$\because \quad I' = I + I_I$$

$$(m + M)\, k'^2 = Mk^2 + mk_I^2$$

$$\therefore \quad \left(\frac{k_I}{k}\right)^2 = \left(1 + \frac{M}{m}\right)\left(\frac{k'}{k}\right)^2 - \frac{M}{m} \quad \ldots \quad (1)$$

Notes :

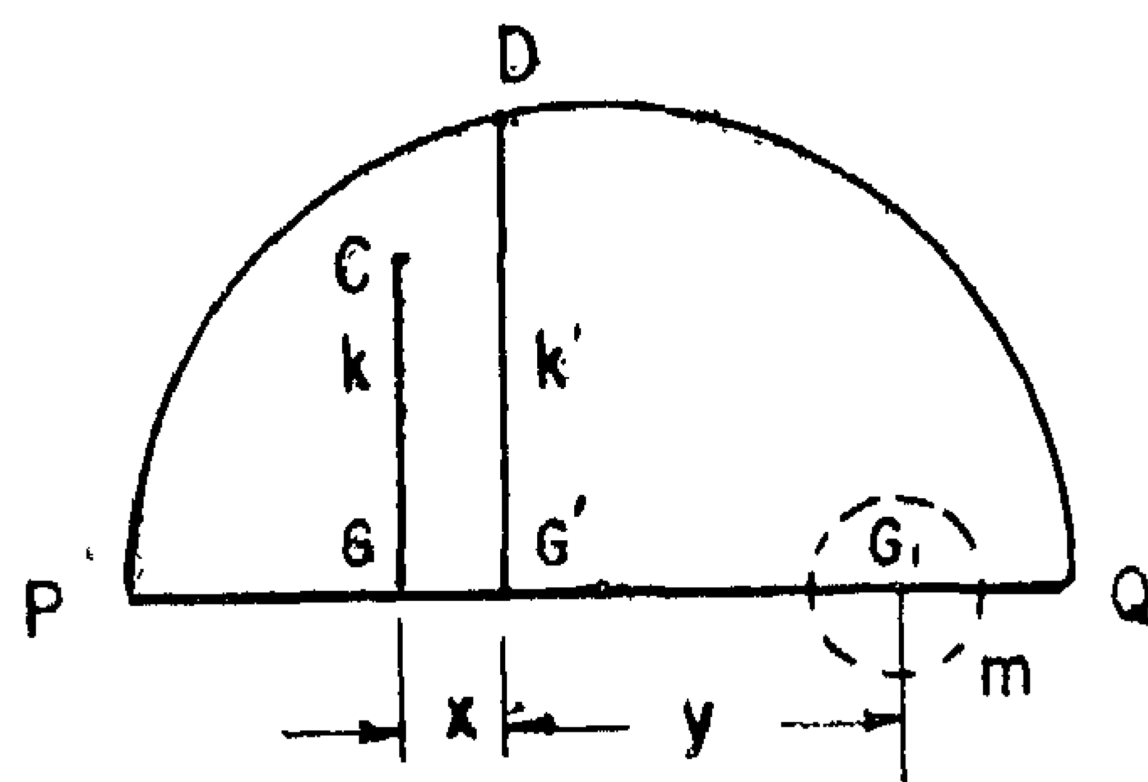
1 — For any suitable ratio of $\frac{M}{m}$, k_1 can be determined from (1) or from Fig. (3).

2 — When $\frac{k'}{k} < 1$, to get a real value for k_1, the ratio $\frac{m}{M} > \left[\left(\frac{k'}{k}\right)^2 - 1\right]$

When $\frac{k'}{k} > 1$ any ratio $\frac{M}{m}$ will give a real value for k_1 .

B — Applying the method and altering the position of the C.G. of the link.

5 — The mass can be added to the link with its C.G. at any suitable point on the axis of the link, and in this case the magnitude of the mass and its radius of gyration can be determined from the following relations :— Refering to Fig. (4).



(Fig. 4)

Take points G′ and G_1 at any arbitrary suitable distances x and y, then G′ D will represent k′.

The mass m can be determined from the relation

$$m = \frac{x}{y}\, M \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

and the radius of gyration k_1 from the following :—

$$\because \quad I' = I + Mx^2 + I_1 + my^2$$

$$(m + M)\, k'^2 = Mk^2 + Mx^2 + mk_1^2 + my^2$$

substituting for m from (11).

$$\therefore \quad k_1^2 = \left(1 + \frac{y}{x}\right) k'^2 - y\left(\frac{k^2}{x} + x + y\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (III)$$

Notes :

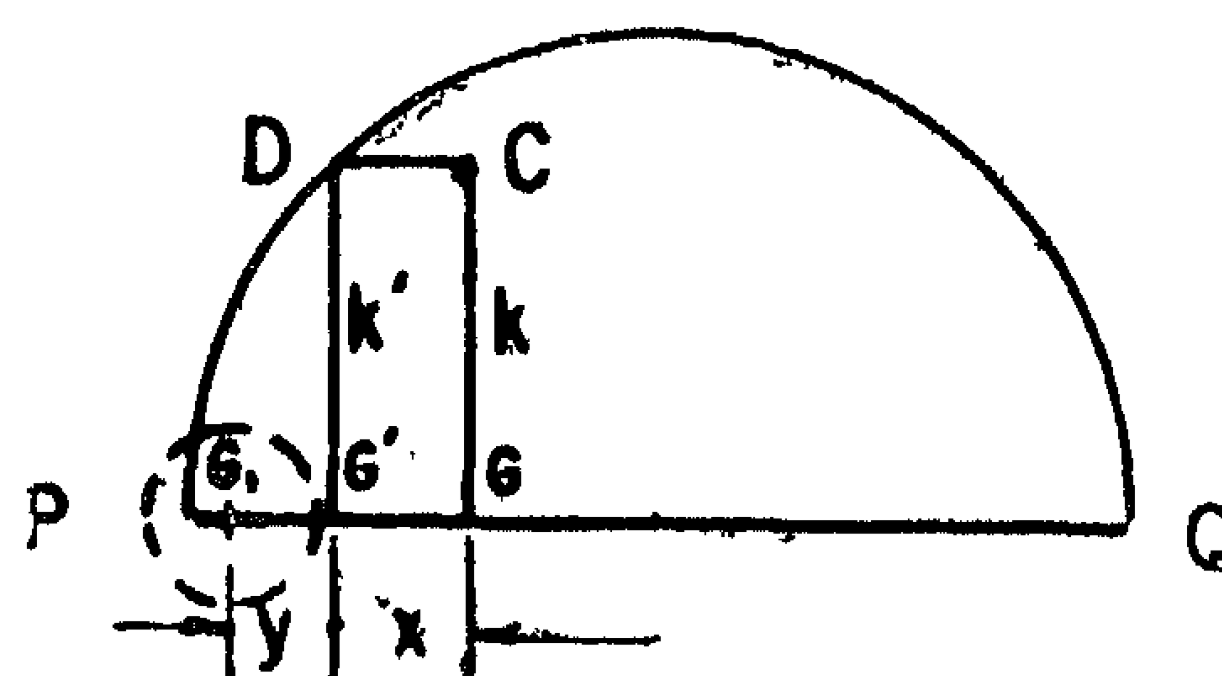
1 — The value of k_1 can be determined from III or for certain values of x and y can be determined from Fig. (7).

2 — For real values of k_1.

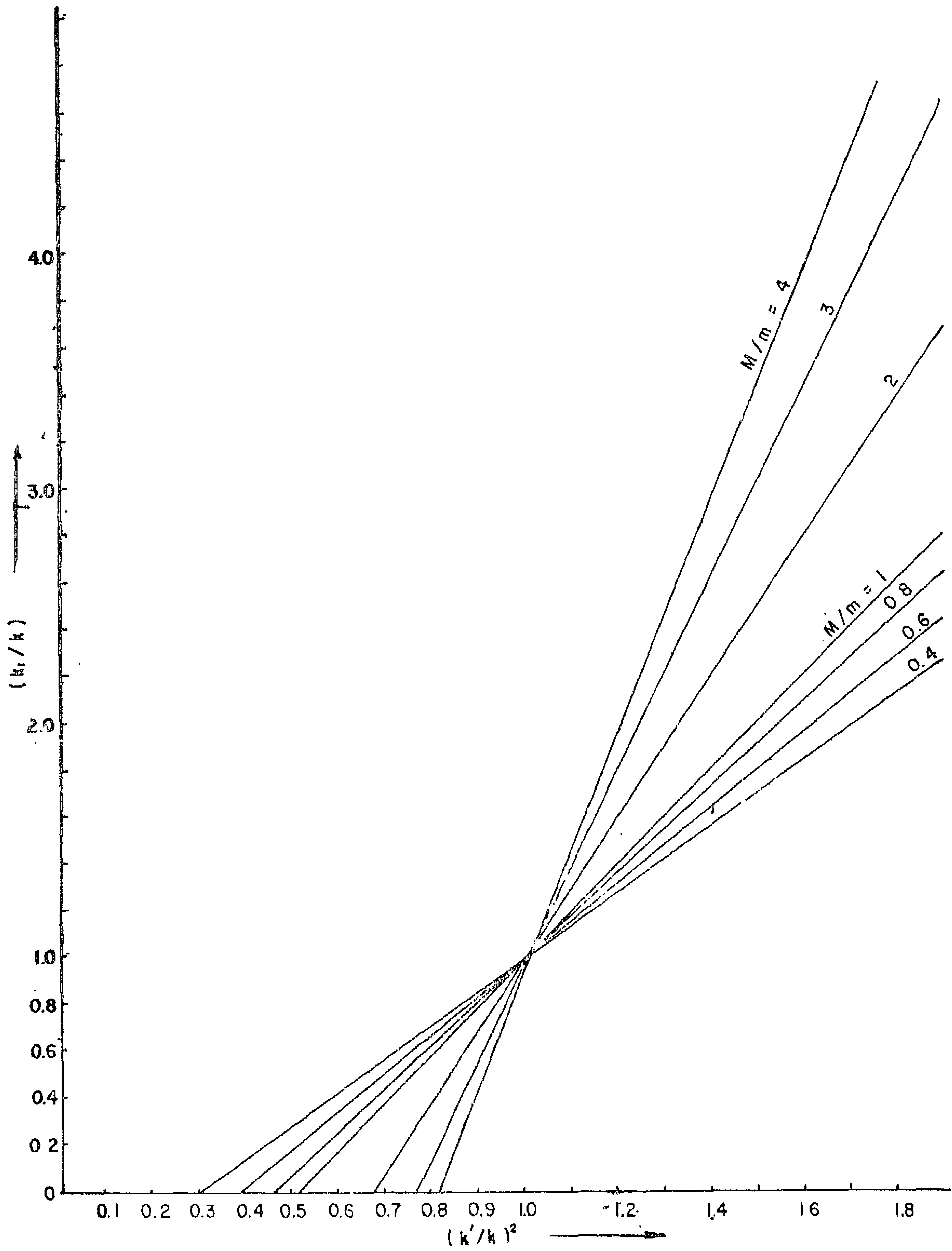
$$\left(1 + \frac{y}{x}\right) k'^2 > y\left(\frac{k^2}{x} + x + y\right)$$

3 — *Special case :*

When point C is inside the circle, k′ can be taken equal to k by drawing the line CD parallel to QP, fig. (5), to meet the circle in D. Here the distance x is to be measured from the drawing and y is the arbitrary parameter.



(Fig. 5)



4.0
3.0
2.0
1.0
0.8
0.6
0.4
0 2
0
(k₁ / k)
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8
(k'/k)²
M/m = 4
3
2
M/m = 1
0 8
0.6
0.4

(Fig. 3)

Nomenclature :

M	mass of the floating link whose C.G lies on the axis.
m	mass to be added to the link.
m_1 & m_2	Kinetically equivalent masses to the modified link.
G	Center of gravity of the link.
G_1	Center of gravity of the mass to be added.
G′	Center of gravity of the modified link.
I	Polar mass moment of intertia of the link about G.
I_1	Polar mass moment of intertia of the added mass about G_1
I′	Polar mass moment of intertia of the modified link about G′.
k	radius of gyration of the link about G.
k_1	radius of gyration of the added mass about G_1.
k′	radius of gyration of the modified link about G′.
B	Balancing weight.

Method :

This method is based on modifying the shape of the floating link so that it will be possible to replace the link by two kinetically equivalent masses m_1 and m_2 at points P and Q respectively, fig. (1), and as it is generally possible to make complete balance for the two masses m_1 and m_2 by the balancing weights B_1 and B_2 respectively,(1,2,3,4) thus complete balance for the floating link can be attained by the addition of rotating balancing weights.

Procedure for applying the above method :

1 — If the center of gravity of the link does not lie on the line of bearings centers PQ, the shape of the link should be altered so that the C.G. lies on the center line PQ.

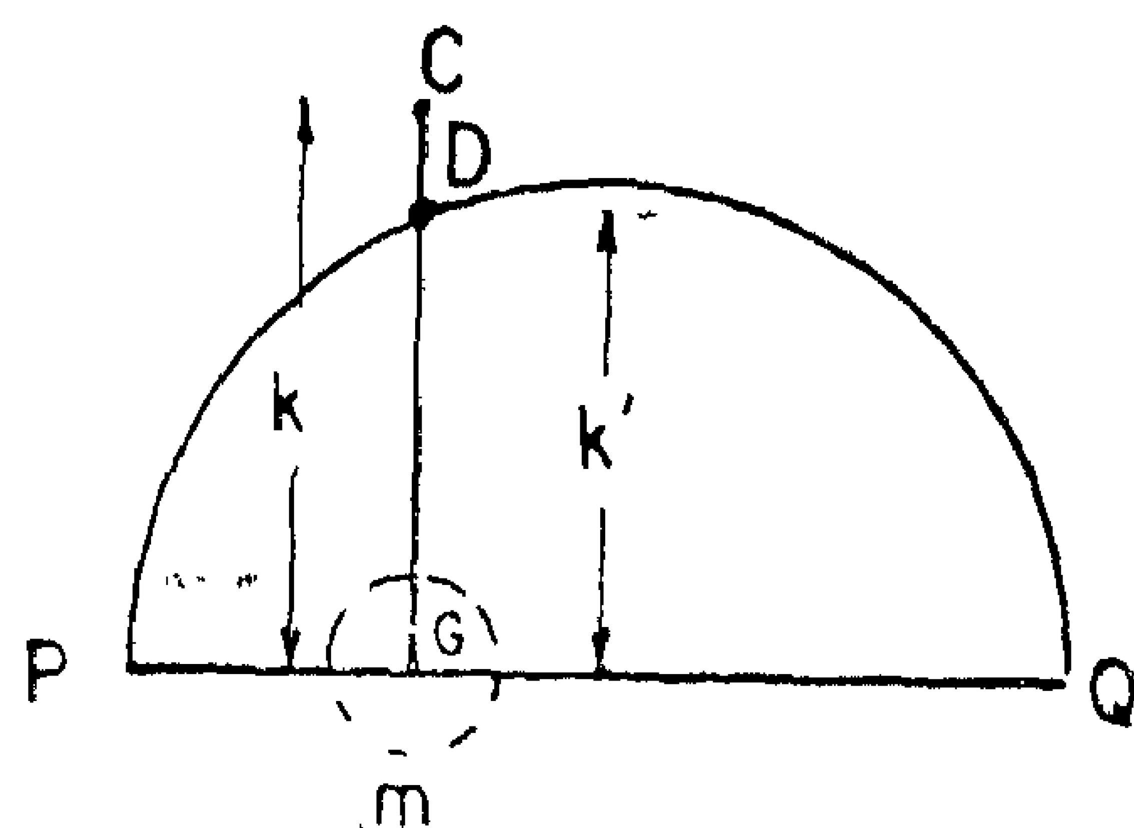
2 — Calculate the mass of the link M, and its polar mass moment of inertia I about an axis through its C.G. perpendicular to the plane of motion of the link. Determine its radius of gyration k from the relation

$I = M k^2$.

A — Applying the method without altering the position of the C.G. of the link.

3 — Draw half a circle on PQ as a diameter, Fig. (2), then draw the line GC perpendicular to PQ, to represent k, let the point of intersection of the line GC with the circle be D, Fig. 2 (a) and (b). Then GD will represent the radius of gyration k′ of the modified link which can be replaced by two kinetically equivalent masses at P and Q. (Note k′ can be calculated from the relation.

$\overline{GD}^2 = PG \times QG$.



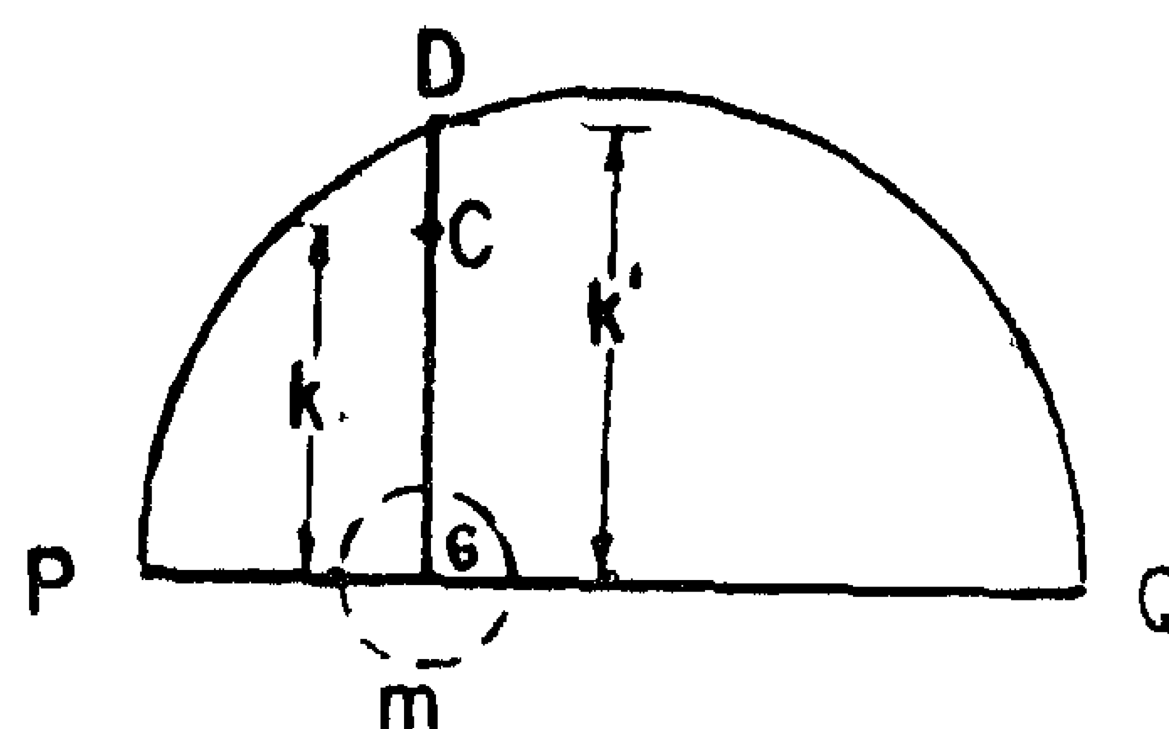


Fig. 2

BALANCING THE FLOATING LINK, OF FOUR BAR MECHANISMS HAVING TURNING PAIRS, WITH ROTATING BALANCING WEIGHTS

By

Dr. M. Y. M. AFIFY*

SUMMARY

The object of this paper is to show that it is possible to make complete balance for the floating link of the four bar mechanism having turning pairs by rotating balancing weights. The method can als be applied for complete balance of floating liks of compound mechanisms which are formed of this four bar mechanism.

INTRODUCTION

Present-day designs of mechanisms show trend towards increased operating speeds so it is of great importance to make balance for all the links of the mechanism, as it is well known that the unbalanced forces are the source of forced vibrations in the frame and in the foundation supporting the frame and this vibrations will cause fatigue, noise, etc... The balancing procedures for rotating and reciprocating parts are well treated in texts by Hartman,[1] Shigley,[2] Hannah,[3] Bevan.[4] Also an investigation by Berkof[5] had been carried out to attain complete balance for simple linkage as a whole but, of course, balancing of the mechanism as a whole i.e. balancing its C.G. does not eliminate the cyclic rocking moment acting on the frame due to the equal but opposite components acting at the linkage supports as stated by Joseph Ku.[6] Again this shaking moment may actually be greater than that of the unbalance case.

In this paper a new method is suggested for balancing each link of the four bar mechanisms having turning pairs, which can be used for balancing of compound mechanisms composed of this kinematic four bar chain, and thus eliminating the dynamic reactions at the supports of the mechanism and consequently eliminate the cause of vibration of the frame.

Any four bar mechanism with lower turning pairs, Fig. (1), is composed of two rotating links OP and O_1Q and a floating link PQ. Complete balance of the rotating links OP and O_1Q can be easily done by the addition of balancing weights B′ and B″.[1,2,3,4]

The new suggested method is to show how to make balance for the floating link PQ with rotating balancing weights.

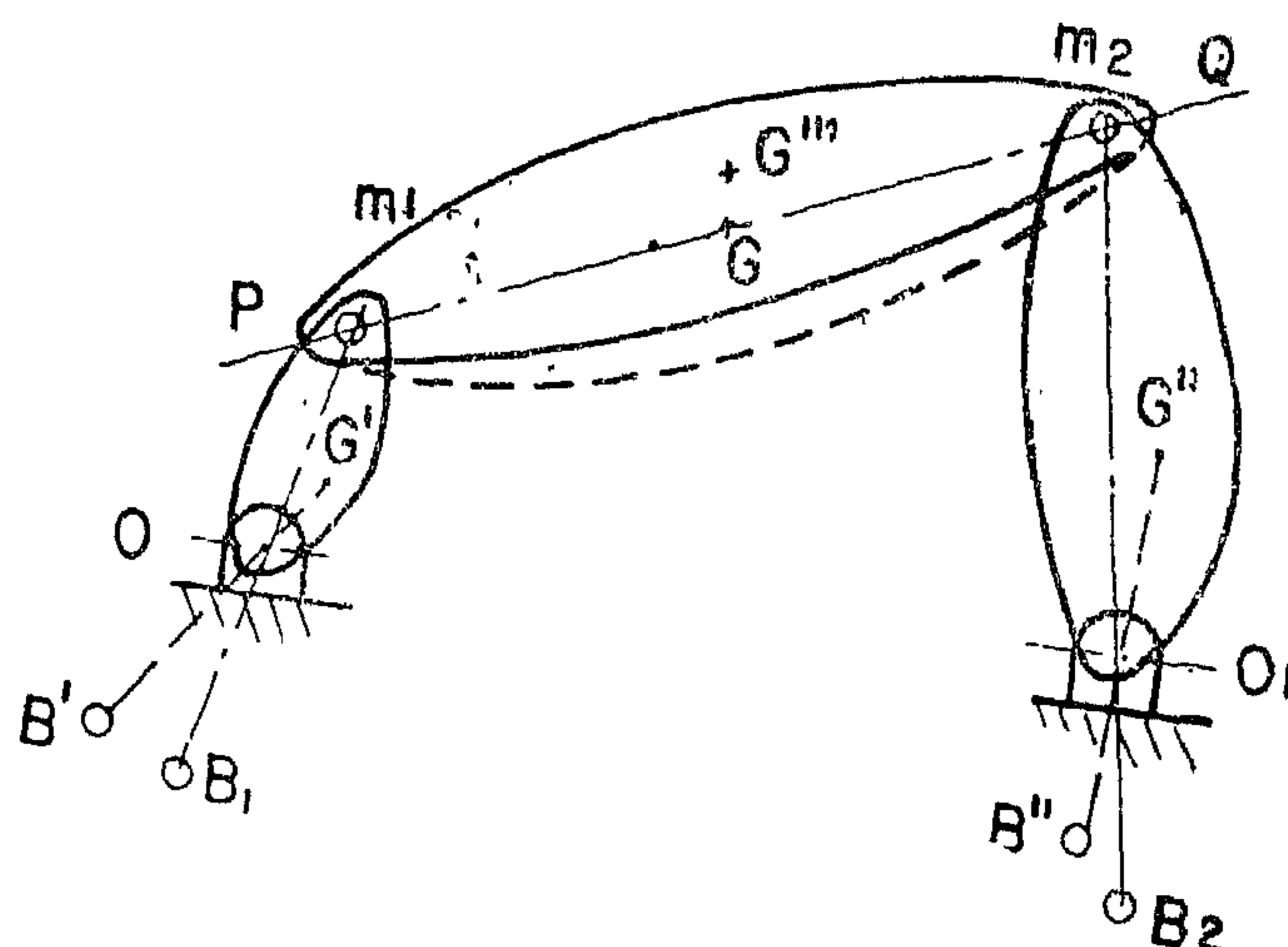


Fig. 1

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretariat at the address of the Engineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T. 60 per annum.

Subscription for others P.T. 200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106

ADVERTISEMENTS

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

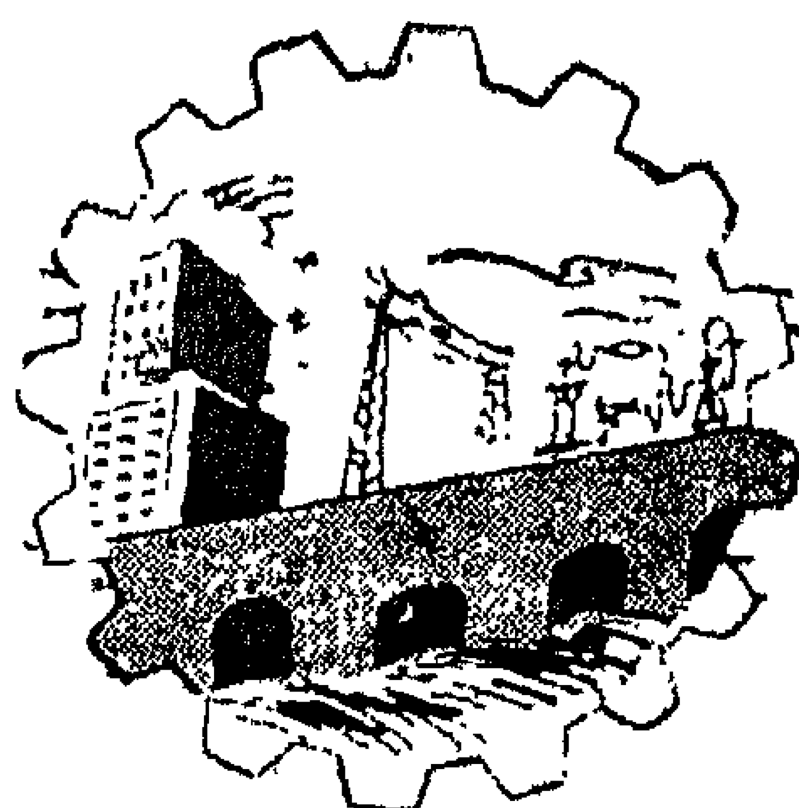
Vol. IX — No. 4 October-November-December 1970

CONTENTS

ENGLISH SECTION

ARABIC SECTION

"Mondiale" Press—Cairo



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U.A.R.

October-November-December 1970
Vol. IX
No. 4